



**TUGAS AKHIR – SS141501**

**ESTIMASI *VALUE AT RISK* DALAM INVESTASI  
SAHAM PERUSAHAAN SUBSEKTOR PERBANKAN  
DI BURSA EFEK INDONESIA DENGAN  
PENDEKATAN *EXTREME VALUE THEORY***

**SALISA MINCHATUR ROHMAH  
NRP 1313 100 060**

**Dosen Pembimbing  
Dr. Drs. Agus Suharsono, MS**

**PROGRAM STUDI SARJANA  
DEPARTEMEN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2017**



**TUGAS AKHIR – SS141501**

**ESTIMASI *VALUE AT RISK* DALAM INVESTASI  
SAHAM PERUSAHAAN SUBSEKTOR PERBANKAN  
DI BURSA EFEK INDONESIA DENGAN  
PENDEKATAN *EXTREME VALUE THEORY***

**SALISA MINCHATUR ROHMAH  
NRP 1313 100 060**

**Dosen Pembimbing  
Dr. Drs. Agus Suharsono, MS**

**PROGRAM STUDI SARJANA  
DEPARTEMEN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2017**



**FINAL PROJECT – SS141501**

**VALUE AT RISK ESTIMATION OF BANKING  
SUBSECTOR COMPANIES STOCK RETURN'S  
LISTED IN INDONESIAN STOCK EXCHANGE  
USING EXTREME VALUE THEORY APPROACH**

**SALISA MINCHATUR ROHMAH  
NRP 1313 100 060**

**Supervisor  
Dr. Drs. Agus Suharsono, MS**

**UNDERGRADUATE PROGRAMME  
DEPARTMENT OF STATISTICS  
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2017**

## LEMBAR PENGESAHAN

### **ESTIMASI *VALUE AT RISK* DALAM INVESTASI SAHAM PERUSAHAAN SUBSEKTOR PERBANKAN DI BURSA EFEK INDONESIA DENGAN PENDEKATAN *EXTREME VALUE THEORY***

#### **TUGAS AKHIR**

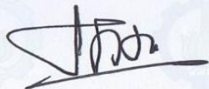
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
pada

Program Studi Sarjana Departemen Statistika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

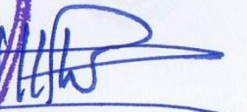
**Salisa Minchatur Rohmah**  
NRP. 1313 100 060

Disetujui oleh Pembimbing:  
Dr. Drs. Agus Suharsono, MS  
NIP : 19580823 198403 1 003

(  )



Mengetahui,  
Kepala Departemen

  
Dr. Suhartono  
NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, JULI 2017

**ESTIMASI *VALUE AT RISK* DALAM INVESTASI  
SAHAM PERUSAHAAN SUBSEKTOR PERBANKAN  
DI BURSA EFEK INDONESIA DENGAN  
PENDEKATAN *EXTREME VALUE THEORY***

**Nama Mahasiswa : Salisa Minchatur Rohmah**  
**NRP : 1313 100 060**  
**Departemen : Statistika**  
**Dosen Pembimbing : Dr. Drs. Agus Suharsono, MS**

**Abstrak**

*Investasi di pasar modal merupakan salah satu cara alternatif untuk meningkatkan aset sebesar-besarnya di masa mendatang. Salah satu aset financial yang banyak diminati adalah investasi dalam bentuk saham. Pengukuran risiko merupakan hal yang sangat penting berkaitan dengan investasi dana yang cukup besar, sehingga investor diharapkan mampu mengestimasi tingkat risiko sebelum berinvestasi. Oleh karena itu diperlukan penelitian untuk menghitung tingkat risiko pada bidang keuangan. Metode yang dapat digunakan dalam menghitung risiko yaitu Value at Risk (VaR). Namun pada kenyataannya, data terkait bidang keuangan sering kali mengandung nilai-nilai ekstrem, sehingga diperlukan analisis lebih lanjut untuk mengatasi hal tersebut yaitu metode Extreme Value Theory (EVT). Pada penelitian ini, perhitungan tingkat risiko dilakukan dengan dua pendekatan EVT yaitu Block Maxima (BM) dan Peaks Over Threshold (POT). Diperoleh hasil tingkat risiko yang dihasilkan metode BM lebih besar dibanding tingkat risiko dari POT. Namun hasil backtesting menyatakan bahwa metode POT lebih akurat dibanding metode BM.*

***Kata Kunci : Extreme Value Theory, Return Saham, Risiko, Value at Risk***

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **VALUE AT RISK ESTIMATION OF BANKING SUBSECTOR COMPANIES STOCK RETURN'S LISTED IN INDONESIAN STOCK EXCHANGE USING EXTREME VALUE THEORY APPROACH**

**Name** : Salisa Minchatur Rohmah  
**Student Number** : 1313 100 060  
**Department** : Statistics  
**Supervisor** : Dr. Drs. Agus Suharsono, MS

## **Abstract**

*Investing in capital markets is one of the alternative ways to increase maximum assets in the future. One of the most popular financial assets is investment in stocks. Measurement of risk is very important with regard to the investment of substantial funds, so that investors are expected to be able to estimate the level of risk before investing. Therefore, research is needed to calculate the level of risk in the financial field. Method that can be used in calculating risk is Value at Risk (VaR). However, in reality, data of financial often contain extreme values, so further analysis is needed to overcome this problem used Extreme Value Theory (EVT) method. In this study, the calculation of risk level is done by two approach of EVT that are Block Maxima (BM) and Peaks Over Threshold (POT). The result of this study of risk level generated by BM method is bigger than level of risk from POT. However, backtesting results suggest that the POT method is more accurate than the BM method.*

**Key word** : *Extreme Value Theory, Stock Returns, Risk, Value at Risk*

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Program Sarjana yang berjudul "Estimasi *Value at Risk* dalam Investasi Saham Perusahaan Subsektor Perbankan di Bursa Efek Indonesia dengan Pendekatan *Extreme Value Theory*". terselesaikannya Tugas Akhir ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Ayah dan Ibu yang tiada berhenti mendoakan, dan memberikan dukungan yang sangat besar, baik secara moral maupun materi.
2. Bapak Dr.Drs.Agus Suharsono, MS selaku dosen pembimbing dan Ibu Dr. Dra. Kartika Fithriasari, M.Si serta Ibu Diaz Fitra Aksioma, S.Si, M.Si selaku dosen penguji Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, kritik dan saran sehingga menjadikan Tugas Akhir ini lebih baik.
3. Bapak Dr. Suhartono selaku Ketua Departemen Statistika ITS, serta bapak Dr. Sutikno, S.Si, M.Si selaku ketua program studi sarjana Departemen Statistika ITS.
4. Bapak Imam Safawi Ahmad, S.Si, M.Si selaku dosen wali yang telah memberikan nasihat dan arahan selama perkuliahan.
5. Para dosen dan staff di Jurusan Statistika ITS yang telah memberikan ilmu dan pengalaman.
6. Serta banyak pihak yang telah membantu penulis dan tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik dan saran diharapkan dari semua pihak. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan keilmuan.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Batasan Masalah .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 <i>Extreme Value Theory</i> (EVT) .....	7
2.2 <i>Block Maxima</i> (BM).....	7
2.3 <i>Peaks Over Threshold</i> (POT).....	9
2.4 Estimasi Parameter <i>Generalized Extreme Value</i> (GEV)..	11
2.5 Estimasi Parameter <i>Generalized Pareto Distribution</i> .....	13
2.6 Uji Kesesuaian Distribusi.....	15
2.7 <i>Value at Risk</i> (VaR) .....	15
2.8 <i>Return Saham</i> .....	16
2.9 <i>Backtesting</i> .....	17
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Sumber Data .....	19
3.2 Variabel Penelitian .....	19
3.3 Struktur Data .....	19
3.4 Langkah Analisis .....	20
3.5 Diagram Alir .....	21
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	

4.1	Karakteristik Saham Perusahaan Perbankan.....	23
4.2	Pemodelan <i>Block Maxima</i> .....	30
4.2.1	Uji Kesesuaian Distribusi .....	30
4.2.2	Estimasi Parameter <i>Block Maxima</i> .....	31
4.3	Pemodelan <i>Peaks Over Threshold</i> .....	33
4.3.1	Uji Kesesuaian Distribusi .....	33
4.3.2	Estimasi Parameter <i>Peaks Over Threshold</i> .....	34
4.4	Perbandingan Metode Pendekatan VaR .....	36
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan .....	39
5.2	Saran .....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		<b>41</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....		<b>45</b>
<b>BIODATA PENULIS</b> .....		<b>77</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 3.1</b> Variabel Penelitian .....	19
<b>Tabel 3.2</b> Struktur Data.....	19
<b>Tabel 4.1</b> Statistika Deskriptif Harga Saham Penutupan.....	25
<b>Tabel 4.2</b> Statistika Deskriptif <i>Return</i> Saham .....	26
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Uji <i>Kolmogorov-Smirnov</i> .....	30
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Uji <i>Kolmogorv-Smirnov Block Maxima</i> .....	31
<b>Tabel 4.5</b> Estimasi Parameter <i>Block Maxima</i> .....	31
<b>Tabel 4.6</b> Estimasi Nilai VaR <i>Block Maxima</i> .....	32
<b>Tabel 4.7</b> Uji <i>Kolmogorov-Smirnov Peaks Over Threshold</i> .	34
<b>Tabel 4.8</b> Estimasi Parameter <i>Peaks Over Threshold</i> .....	34
<b>Tabel 4.9</b> Estimasi Nilai VaR <i>Peaks Over Threshold</i> .....	35
<b>Tabel 4.10</b> Hasil <i>Backtesting</i> Estimasi Risiko .....	36
<b>Tabel 4.11</b> Hasil <i>Backtesting</i> Estimasi Profit .....	37

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Grafik Tipe Distribusi GEV .....	8
<b>Gambar 2.2</b> Grafik Tipe Distribusi GPD .....	10
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian .....	22
<b>Gambar 4.1</b> <i>Time Series Plot</i> Harga Saham Penutupan .....	23
<b>Gambar 4.2</b> <i>Time Series Plot Return</i> Saham.....	26
<b>Gambar 4.3</b> <i>Boxpolt Return</i> Saham .....	27
<b>Gambar 4.4</b> Histogram <i>Return</i> Saham .....	28
<b>Gambar 4.5</b> <i>Normality Plot Return</i> Saham .....	29

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



## DAFTAR LAMPIRAN

### Halaman

<b>Lampiran 1</b>	Surat Pernyataan .....	45
<b>Lampiran 2</b>	Data Harga Saham Penutupan .....	46
<b>Lampiran 3</b>	Data <i>Return</i> Saham .....	47
<b>Lampiran 4</b>	Statistika Deskriptif.....	48
<b>Lampiran 5A</b>	Syntax Estimasi Parameter GEV Bank 1 .....	49
<b>Lampiran 5B</b>	Hasil Estimasi Parameter GEV Bank 1 .....	49
<b>Lampiran 6A</b>	Syntax Estimasi Parameter GEV Bank 2 .....	50
<b>Lampiran 6B</b>	Hasil Estimasi Parameter GEV Bank 2 .....	50
<b>Lampiran 7A</b>	Syntax Estimasi Parameter GEV Bank 3 .....	51
<b>Lampiran 7B</b>	Hasil Estimasi Parameter GEV Bank 3 .....	51
<b>Lampiran 8A</b>	Syntax Estimasi Parameter GEV Bank 4 .....	52
<b>Lampiran 8B</b>	Hasil Estimasi Parameter GEV Bank 4 .....	52
<b>Lampiran 9</b>	<i>Syntax</i> Estimasi VaR GEV Saham Bank 1.....	53
<b>Lampiran 10</b>	<i>Syntax</i> Estimasi VaR GEV Saham Bank 2.....	55
<b>Lampiran 11</b>	<i>Syntax</i> Estimasi VaR GEV Saham Bank 3.....	57
<b>Lampiran 12</b>	<i>Syntax</i> Estimasi VaR GEV Saham Bank 4.....	59
<b>Lampiran 13A</b>	<i>Output</i> Estimasi VaR GEV (Risiko) .....	61
<b>Lampiran 13B</b>	<i>Output</i> Estimasi VaR GEV (Profit).....	62
<b>Lampiran 14A</b>	Syntax Estimasi Parameter GPD Bank 1 .....	63
<b>Lampiran 14B</b>	Hasil Estimasi Parameter GPD Bank 1 .....	63
<b>Lampiran 15A</b>	Syntax Estimasi Parameter GPD Bank 2 .....	64
<b>Lampiran 15B</b>	Hasil Estimasi Parameter GPD Bank 2 .....	64
<b>Lampiran 16A</b>	Syntax Estimasi Parameter GPD Bank 3 .....	65
<b>Lampiran 16B</b>	Hasil Estimasi Parameter GPD Bank 3 .....	65
<b>Lampiran 17A</b>	Syntax Estimasi Parameter GPD Bank 4 .....	66
<b>Lampiran 17B</b>	Hasil Estimasi Parameter GPD Bank 4 .....	66
<b>Lampiran 18</b>	<i>Syntax</i> Estimasi VaR GPD Saham Bank 1 .....	67
<b>Lampiran 19</b>	<i>Syntax</i> Estimasi VaR GPD Saham Bank 2.....	69
<b>Lampiran 20</b>	<i>Syntax</i> Estimasi VaR GPD Saham Bank 3.....	71
<b>Lampiran 21</b>	<i>Syntax</i> Estimasi VaR GPD Saham Bank 4.....	73
<b>Lampiran 22A</b>	<i>Output</i> Estimasi VaR GPD (Risiko).....	75
<b>Lampiran 22B</b>	<i>Output</i> Estimasi VaR GPD (Profit) .....	76

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan perekonomian negara pada era globalisasi dipengaruhi oleh komponen-komponen yang ada dalam struktur ekonomi negara itu sendiri, salah satunya yakni pasar modal. Saat ini pasar modal telah menjadi *leading indicator* untuk melihat perkembangan perekonomian yang terjadi pada suatu negara, termasuk di Indonesia. Pasar modal merupakan salah satu alternatif investasi jangka panjang yang memiliki peranan penting dalam menyalurkan dan memobilisasi dana dari masyarakat ke berbagai sektor yang melakukan investasi. Tujuan dari investasi yaitu sebagai sarana alternative untuk meningkatkan asset di masa mendatang. Salah satu asset yang banyak diminati adalah investasi dalam bentuk saham. Dalam melakukan investasi, seorang investor akan memilih untuk menginvestasikan dana pada perusahaan yang memberikan rasa aman pada investasinya. Pada tingkat keamanan tersebut, seorang investor memiliki ekspektasi pengembalian (*return*) yang sebesar-besarnya pada tingkat risiko tertentu (Nastiti, 2016). Menurut Suharli (2005) *return* dapat menjadi alat ukur kesejahteraan bagi para investor, termasuk bagi para pemegang saham. Pada dasarnya semakin besar *return* cenderung diikuti dengan tingkat risiko yang besar pula (*high return high risk, low return low risk*). Saham perusahaan yang *go public* atau tergabung dalam Bursa Efek Indonesia (BEI) cenderung memiliki tingkat risiko yang besar karena nilai saham yang dimiliki perusahaan tersebut sensitive terhadap perubahan-perubahan kondisi politik dan ekonomi (Murni, Affan, & Musnadi, 2014).

BEI mempunyai sembilan sektor yang didasarkan pada klasifikasi industri yang ditetapkan oleh BEI, dari sembilan sektor tersebut salah satunya adalah sektor keuangan. Pada sektor keuangan terbagi lagi menjadi beberapa sub sektor, seperti sub sektor bank. Dari tahun ke tahun sub sektor perbankan selalu

menjadi tiga besar sektor unggulan di Indonesia. Menurut Amanda dan Pratomo (2013) saham perbankan merupakan saham yang paling diminati. Seiring berjalannya waktu, sektor perbankan mampu membuktikan eksistensinya dalam kinerja dan pencapaian hasil yang cukup baik sehingga investor tertarik untuk membeli saham di sektor perbankan. Selain itu, dilansir dari tempo.co tahun 2014, saham-saham perbankan masih menjadi pendorong kenaikan indeks harga saham gabungan (IHSG), dan akan menjadi pendorong utama indeks terutama bagi saham emiten sektor perbankan yang memiliki kapitalisasi pasar saham yang besar. Keadaan tersebut masih berlanjut untuk tahun 2015 dan 2016. Hal tersebut dibuktikan dengan masuknya enam perusahaan publik terbesar Indonesia dalam Forbes 2000 pada tahun 2016. Forbes 2000 *the world biggest companies* memuat 2000 daftar perusahaan publik terbesar di dunia. Dimana empat dari enam perusahaan tersebut adalah perusahaan perbankan.

Ditinjau dari kondisi saham di Indonesia, keempat bank yang tercatat dalam Forbes 2000 tersebut memiliki tingkat likuiditas yang jauh lebih besar dibanding dengan bank-bank lainnya yang juga tergabung dalam BEI, dan dalam sepuluh tahun terakhir ini keempat bank tersebut selalu terdaftar dalam Indeks LQ45. Hal ini menunjukkan bahwa peran perbankan nasional dalam membangun ekonomi merupakan salah satu sektor yang diharapkan berperan aktif dalam menunjang kegiatan pembangunan nasional ataupun regional (Putri & Moeliono, 2015). Posisi perbankan sendiri di dalam perekonomian bangsa sangatlah strategis. Kontribusi perbankan dalam industri keuangan juga sangat signifikan. Pentingnya peranan bank dalam perekonomian dan besarnya tingkat kepercayaan masyarakat yang harus dijaga dalam industri ini menyebabkan perbankan menjadi industri yang paling layak dan ketat diatur (Hadad, Wibowo, Pertiwi, & Novianti, 2004).

Keadaan beberapa bank yang selalu naik dari tahun ke tahun menyebabkan banyak investor yang ingin berinvestasi pada sektor perbankan. Tujuan dari investasi adalah mendapat keuntungan

yang sebanyak-banyaknya. Oleh karena itu, sebelum melakukan investasi pada perusahaan alangkah baiknya jika investor memiliki pemahaman yang baik tentang manajemen risiko, yaitu dengan mengetahui kemungkinan risiko yang dihasilkan oleh perusahaan tersebut. Salah satu cara yang dapat digunakan dalam mengestimasi risiko saham adalah metode *Value at Risk* (VaR). VaR merupakan alat ukur yang dapat menghitung kerugian terburuk yang dapat terjadi dengan mengetahui posisi asset dan tingkat kepercayaan akan terjadinya risiko (Jorion, 2001). Beberapa penelitian terkait dengan metode VaR yang pernah dilakukan diantaranya Spierdijk (2014) melakukan penelitian terkait VaR dengan menggunakan pendekatan ARMA-GARCH pada saham SBMO, diperoleh hasil bahwa metode ARMA-GARCH memiliki kelemahan dalam menangkap adanya kasus *heavy-tail*, sehingga terdapat nilai-nilai ekstrim yang terabaikan pada kuantil yang lebih kecil. Metode VaR juga dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan lain, seperti yang dilakukan oleh Ariany (2012) yang menerapkan metode VaR pada portofolio nilai tukar mata uang. Selanjutnya oleh Iriani (2013) menggunakan metode VaR untuk mengestimasi portofolio saham. Kedua penelitian tersebut menggunakan pendekatan Copula. Selain itu Buchdadi (2008) melakukan perhitungan VaR portofolio optimum saham perusahaan berbasis syariah dengan pendekatan EWMA.

Data deret waktu keuangan sebagian besar memiliki ekor distribusi yang gemuk (*heavy tail*) yaitu ekor distribusi turun secara lambat bila dibandingkan dengan disrtibusi normal. Hal ini menyebabkan peluang terjadinya nilai ekstrim yang dapat menyebabkan bencana keuangan. Untuk mengatasi adanya nilai ekstrem yang sering muncul pada data saham, perhitungan estimasi VaR dapat dikombinasikan dengan menggunakan pendekatan *Extreme Value Theory* (EVT) (Singh, Robert, & Allen, 2013). EVT memberi perhatian pada informasi kejadian-kejadian ekstrim berdasarkan nilai-nilai ekstrim yang diperoleh untuk membentuk fungsi sebaran dari nilai-nilai ekstrim tersebut.

EVT berfokus pada perilaku daerah ekor (*tail*) dari suatu distribusi untuk menentukan probabilitas dari nilai-nilai ekstrim tanpa membuat asumsi tentang bentuk dari distribusi probabilitas dasar yang membentuk nilai-nilai ekstrim tersebut. Terdapat dua metode yang digunakan untuk mengidentifikasi pergerakan nilai ekstrim, yaitu *Block Maxima* (BM) dan *Peaks Over Threshold* (POT) (Kotz & Nadarajah, 2002).

Penelitian terkait dengan pendekatan EVT yaitu Dharmawan (2012) melakukan perhitungan VaR dengan menggunakan pendekatan EVT yang diaplikasikan pada data IHSG tahun 2007 sampai dengan tahun 2012. Selanjutnya Sodik (2012) menerapkan VaR dengan pendekatan EVT pada data klaim asuransi. Nastiti (2016) menggunakan metode VaR pada data saham dengan dua pendekatan yang berbeda, yaitu ARMA-GARCH dan EVT (*Block Maxima*) menghasilkan kesimpulan bahwa VaR dengan pendekatan EVT memberikan hasil yang lebih baik. Selain itu Cifter(2011) melakukan perhitungan VaR dengan pendekatan EWMA, ARMA-GARCH, dan EVT (POT) didapatkan kesimpulan bahwa pendekatan EVT (POT) memberikan hasil yang terbaik. Berdasarkan uraian tersebut, maka pada penelitian ini akan dibahas mengenai penggunaan metode VaR untuk menganalisis data saham pada sektor perbankan yang terdaftar dalam BEI dan indeks LQ45. Adapun untuk mengatasi nilai-nilai ekstrim yang sering muncul dalam data keuangan, akan digunakan pendekatan EVT yaitu *Block Maxima* dan *Peaks Over Threshold*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Melakukan investasi di pasar modal merupakan cara untuk mendapatkan *return* sebesar-besarnya di masa depan, terlebih lagi berinvestasi di perusahaan yang tergabung dalam Bursa Efek Indonesia (BEI). Penanaman modal di BEI tentunya memiliki risiko yang cukup besar. Oleh karena itu, seorang investor harus memiliki kemampuan yang baik dalam mengelola risiko. Salah satu metode yang sering kali digunakan dalam mengukur tingkat risiko adalah metode *Value at Risk* (VaR). Namun, metode VaR

belum mampu menangkap pola data yang memiliki ekor distribusi gemuk (*heavy tail*), sedangkan pada data keuangan sebagian besar memiliki ekor distribusi gemuk. Adapun metode yang digunakan untuk mengatasi hal tersebut dapat menggunakan *Extreme Value Theory* (EVT). EVT memiliki dua metode yaitu *Block Maxima* (BM) dan *Peaks Over Threshold* (POT).

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui karakteristik dari *return* saham di Bank 1, Bank 2, Bank 3, dan Bank 4.
2. Mendapatkan estimasi risiko saham untuk Bank 1, Bank 2, Bank 3, dan Bank 4 menggunakan metode *Value at Risk* (VaR) dengan pendekatan *Extreme Value Theory* (EVT) baik dengan *Block Maxima* maupun *Peaks Over Threshold*.
3. Membandingkan keakuratan antara pendekatan *Block Maxima* dan *Peaks Over Threshold* dalam mengestimasi nilai VaR.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Berikut ini merupakan beberapa manfaat yang dihasilkan dari penelitian.

1. Bagi perusahaan dan investor, dapat menjadi acuan dalam menghitung risiko perusahaan dan menginformasikan adanya risiko sehingga dapat dilakukan antisipasi. Selain itu investor dapat mengetahui saham yang memiliki risiko yang cukup tinggi.
2. Menjadi bahan pembelajaran berkaitan dengan estimasi besarnya risiko *return* harga saham dengan menggunakan metode *Extreme Value Theory* (EVT) dalam menentukan *Value at Risk* (VaR).

### 1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Data yang digunakan merupakan data saham empat perusahaan perbankan yang tergabung dalam LQ45 periode 03 Januari 2011 sampai dengan 28 Februari 2017.
2. Penentuan nilai *threshold* pada metode *Peaks Over Threshold* terdapat 2 cara, yakni metode persentase dan metode MRLP (*Mean Residual Life Plot*). Dalam penelitian ini digunakan metode persentase karena selain lebih mudah digunakan, terdapat penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa hasil yang diperoleh dari kedua metode tersebut hampir sama, bahkan metode persentase cenderung lebih baik dibanding metode MRLP.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 *Extreme Value Theory (EVT)***

EVT merupakan salah satu metode statistika yang digunakan untuk mempelajari bagaimana perilaku ekor (*tail*) suatu distribusi dari data yang mengandung nilai ekstrim. Metode EVT berfokus pada perilaku ekor (*tail*) suatu distribusi untuk menentukan probabilitas nilai-nilai ekstrim pada data *heavy-tail* yang tidak dapat dilakukan dengan pendekatan biasa. Metode EVT biasanya digunakan untuk memodelkan kejadian-kejadian yang bersifat ekstrim, seperti kerugian yang jarang terjadi namun memiliki dampak yang sangat besar. EVT telah lama diterapkan dalam berbagai bidang ilmu, antara lain: klimatologi, hidrologi, teori reliabilitas, maupun bidang *financial*. Dalam mengidentifikasi pergerakan nilai ekstrim terdapat dua pendekatan yang digunakan. Pendekatan pertama yaitu metode *Block Maxima* (BM) yaitu mengambil nilai maksimum dalam satu periode, sedangkan metode kedua yaitu metode *Peaks Over Threshold* (POT) yaitu mengambil nilai-nilai yang melewati suatu nilai *threshold* (McNeil, 1999).

#### **2.2 *Block Maxima (BM)***

Metode *Block Maxima* adalah metode yang dapat mengidentifikasi nilai ekstrim berdasarkan nilai tertinggi data observasi yang dikelompokkan berdasarkan periode tertentu. Metode ini membagi data dalam blok-blok periode waktu tertentu, misalnya bulanan, triwulanan, semester atau tahunan. Setiap blok periode yang terbentuk selanjutnya ditentukan nilai yang paling tinggi. Data yang paling tinggi dimasukkan dalam sampel karena nilai inilah yang merupakan nilai ekstrim pada suatu periode tertentu (Coles, 2001).

Prang (2006) menyatakan bahwa metode *Block Maxima* mengaplikasikan teorema Fisher-Tippet, Gnedenko (1928) bahwa data sampel nilai ekstrim yang diambil dari metode *Block Maxima* akan mengikuti distribusi *Generalized Extreme Value*

(GEV) yang memiliki *cumulative distribution function* (cdf) sebagai berikut.

$$F(x) = \begin{cases} \exp \left( - \left[ 1 + \xi \left( \frac{x - \mu}{\sigma} \right)^{-\frac{1}{\xi}} \right] \right), & -\infty \leq x < \mu - \frac{\sigma}{\xi} \quad \text{jika } \xi < 0 \\ \exp \left( - \exp \left[ - \left( \frac{x - \mu}{\sigma} \right) \right] \right), & \mu - \frac{\sigma}{\xi} \leq x < \infty \quad \text{jika } \xi > 0 \\ \exp \left( - \exp \left[ - \left( \frac{x - \mu}{\sigma} \right) \right] \right), & -\infty \leq x < \infty \quad \text{jika } \xi = 0 \end{cases} \quad (2.1)$$

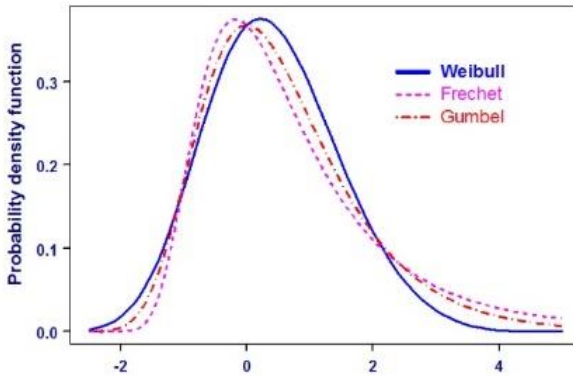
dengan  $1 + \xi \left( \frac{x - \mu}{\sigma} \right) > 0; -\infty < \mu < \infty; \sigma > 0; -\infty < \xi < \infty$

$\mu$  = parameter lokasi

$\sigma$  = parameter skala

$\xi$  = parameter bentuk (*shape*) / *tail index*

GEV dibedakan menjadi tiga tipe jika dilihat dari nilai parameter bentuk ( $\xi$ ) yaitu: Tipe 1 berdistribusi Gumbel jika nilai  $\xi = 0$ , Tipe 2 berdistribusi Frechet jika nilai  $\xi > 0$ , dan Tipe 3 berdistribusi Weibull jika nilai  $\xi < 0$  (McNeil, 1999). Berikut adalah grafik dari ketiga tipe distribusi GEV.



**Gambar 2.1** Grafik Tipe Distribusi GEV

Nilai  $\xi$  menjelaskan jika  $\xi < 0$  maka nilai ekstrim memiliki batasan yang terbatas, sebaliknya jika  $\xi \geq 0$  maka nilai ekstrim memiliki batasan yang tidak terbatas. Semakin besar nilai  $\xi$ , maka distribusi akan memiliki ekor yang semakin berat (*heavy tail*) sehingga akan berdampak peluang terjadinya nilai ekstrim semakin besar. Oleh karena itu, diantara ketiga tipe distribusi GEV yang memiliki ekor yang paling gemuk adalah distribusi Frechet (Djanggal, 2010).

### 2.3 Peaks Over Threshold (POT)

Menurut (Coles, 2001) dalam *Extreme Value Theory* (EVT), metode *Peaks Over Threshold* (POT) mengidentifikasi nilai ekstrim dengan cara menetapkan *threshold* tertentu dan mengabaikan waktu terjadinya *event*. Nilai ekstrim adalah data yang berada diatas *threshold* tersebut. Metode ini mengaplikasikan *Picklands-Dalkema-De Hann Theorem* yang menyatakan bahwa semakin tinggi *threshold* ( $u$ ), maka distribusi untuk data diatas *threshold* ( $u$ ) tersebut akan mengikuti distribusi *Generalized Pareto Distribution* (GPD) yang memiliki *cummulative distribution function* (cdf) sebagai berikut.

$$F(x) = \begin{cases} 1 - \left(1 + \xi \frac{x - \mu}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{\xi}}, & 0 \leq x - \mu < -\frac{\sigma}{\xi} \quad \text{jika } \xi < 0 \\ & 0 \leq x - \mu < \infty \quad \text{jika } \xi > 0 \\ 1 - \exp\left(-\frac{x - \mu}{\sigma}\right), & 0 \leq x - \mu < \infty \quad \text{jika } \xi = 0 \end{cases} \quad (2.2)$$

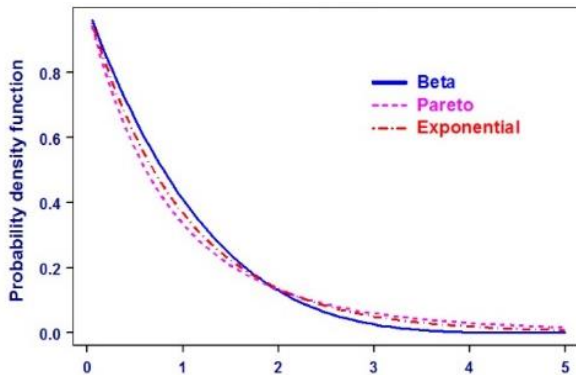
dengan  $1 + \frac{\xi x}{\sigma} > 0; x > \mu; \sigma > 0; -\infty < \xi < \infty$

$\sigma$  = parameter skala

$\xi$  = parameter bentuk (*shape*) / *tail index*

GPD juga dibedakan menjadi tiga tipe jika dilihat dari nilai parameter bentuk ( $\xi$ ) yaitu: Tipe 1 berdistribusi Eksponensial jika nilai  $\xi = 0$ , Tipe 2 berdistribusi Pareto jika nilai  $\xi > 0$ , Tipe 3 berdistribusi Pareto tipe 2 /Beta jika nilai  $\xi < 0$  (McNeil, 1999).

Adapun grafik dari ketiga tipe distribusi GPD adalah sebagai berikut.



**Gambar 2.2** Grafik Tipe Distribusi GPD

Seperti halnya GEV, nilai  $\xi$  menjelaskan jika  $\xi < 0$  maka nilai ekstrim memiliki batasan yang terbatas, sebaliknya jika  $\xi \geq 0$  maka nilai ekstrim memiliki batasan yang tidak terbatas. Semakin besar nilai  $\xi$ , maka distribusi akan memiliki ekor yang semakin berat (*heavy tail*) sehingga akan berdampak peluang terjadinya nilai ekstrim semakin besar. Oleh karena itu, diantara ketiga tipe distribusi GPD yang memiliki ekor yang paling gemuk adalah distribusi Pareto (Djanggola, 2010).

Pada metode POT untuk mendapatkan nilai ekstrim harus mengetahui terlebih dahulu nilai *threshold*, yaitu titik dimana ekor itu dimulai. Penentuan *threshold* umumnya mencari keseimbangan yang optimal agar diperoleh parameter *error* seminimal mungkin. Nilai *threshold* digunakan sebagai acuan, jika suatu nilai observasi melebihi nilai *threshold* maka nilai tersebut termasuk nilai yang ekstrim (Wahyudi, 2012).

Penentuan nilai-nilai ekstrim dengan *threshold* ( $u$ ) sebagai batasannya adalah hal yang sulit seperti halnya dengan penentuan ukuran blok pada metode *Block Maxima*. Permasalahan tersebut bisa menghasilkan taksiran parameter yang bias dan nilai varians

yang besar. Hal ini terjadi jika nilai *threshold* terlalu rendah maka nilai-nilai yang melebihi *threshold* akan menghasilkan taksiran parameter yang bias dan jika nilai *threshold* terlalu tinggi maka tidak cukup data untuk menaksir model, akibatnya menghasilkan varians yang besar (Coles, 2001). Oleh karena itu, diperlukan suatu metode dalam menentukan nilai *threshold* untuk meminimalkan bias dan varians yang besar.

Penentuan nilai *threshold* ada beberapa cara diantaranya adalah *Mean Residual Life Plot* (MRLP) dan metode persentase. Metode penentuan nilai *threshold* yang lebih mudah digunakan dan sering digunakan adalah metode persentase, sehingga dalam penelitian ini digunakan metode persentase yang didapatkan dengan cara sebagai berikut (Anifah, 2014).

1. Mengurutkan data dari yang terbesar hingga yang terkecil.
2. Menghitung jumlah data ekstrim

$$k = 20\% \times n \quad (2.3)$$

dimana  $k$  menunjukkan jumlah data ekstrim dan  $n$  adalah jumlah data.

3. Menentukan nilai *threshold* ( $u$ ) yaitu data yang berada pada urutan ke-  $(k + 1)$ .

## 2.4 Estimasi Parameter *Generalized Extreme Value* (GEV)

Penaksir parameter metode GEV dapat ditaksir dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dengan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Mengambil  $n$  sampel random yaitu  $x_1, x_2, \dots, x_n$  dari nilai-nilai ekstrim pada setiap blok. Satu blok terdiri dari  $m$  pengamatan dengan jumlah keseluruhan blok sebanyak  $n$ . Dengan demikian, jumlah nilai ekstrim yang diambil yaitu sebanyak sebanyak  $n$  pengamatan.
2. Membentuk *probability density function* (PDF) untuk distribusi GEV sebagai berikut.

$$f(x, \mu, \sigma, \xi) = \begin{cases} \frac{1}{\sigma} \left[ 1 + \xi \left( \frac{x - \mu}{\sigma} \right) \right]^{\frac{1}{\xi} - 1} \exp \left( - \left[ 1 + \xi \left( \frac{x - \mu}{\sigma} \right) \right]^{\frac{1}{\xi}} \right), \xi \neq 0 \\ \frac{1}{\sigma} \exp \left[ - \left( \frac{x - \mu}{\sigma} \right) \right] \exp \left( - \exp \left[ - \left( \frac{x - \mu}{\sigma} \right) \right] \right), \xi = 0 \end{cases} \quad (2.4)$$

3. Membuat fungsi *likelihood* dari pdf distribusi GEV dengan hasil sebagai berikut.

$$\begin{aligned} L(\mu, \sigma, \xi) &= \prod_{i=1}^n f(x_i) \\ &= \prod_{i=1}^n \frac{1}{\sigma} \left[ 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right]^{\frac{1}{\xi} - 1} \exp \left( - \left[ 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right]^{\frac{1}{\xi}} \right) \\ &= \left( \frac{1}{\sigma} \right)^n \prod_{i=1}^n \left\{ \left[ 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right]^{\frac{1}{\xi} - 1} \right\} \exp \left( - \sum_{i=1}^n \left[ 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right]^{\frac{1}{\xi}} \right) \end{aligned} \quad (2.5)$$

4. Membuat  $\ln$  fungsi *likelihood* pada fungsi *likelihood* yang didapatkan dari poin 3 dengan hasil sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \ln L(\mu, \sigma, \xi) &= -n \ln(\sigma) - \left( \frac{1}{\xi} + 1 \right) \sum_{i=1}^n \ln \left[ 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right] - \\ &\quad \sum_{i=1}^n \left[ 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right]^{\frac{1}{\xi}} \end{aligned} \quad (2.6)$$

5. Mendapatkan nilai maksimum dari fungsi *likelihood* dengan membentuk turunan pertama dari  $\ln$  *likelihood* terhadap parameter  $(\mu, \sigma, \xi)$ . Berdasarkan  $\ln$  *likelihood* pada persamaan (2.6) didapatkan turunan pertama dari  $\ln$  *likelihood* untuk  $\xi \neq 0$  terhadap parameter  $(\mu, \sigma, \xi)$  sebagai berikut

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln L(\mu, \sigma, \xi)}{\partial \mu} &= \left( \frac{1 + \xi}{\sigma} \right) \sum_{i=1}^n \left( 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right)^{-1} - \\ &\quad \frac{1}{\sigma} \sum_{i=1}^n \left\{ 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right\}^{\frac{1}{\xi} - 1} = 0 \end{aligned} \quad (2.7)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln L(\mu, \sigma, \xi)}{\partial \sigma} &= -\frac{n}{\sigma} + (1 + \xi) \sum_{i=1}^n \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma^2} \right) \left( 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right)^{-1} - \\ &\quad \sum_{i=1}^n \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma^2} \right) \left\{ 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right\}^{\frac{1}{\xi} - 1} = 0 \end{aligned} \quad (2.8)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln L(\mu, \sigma, \xi)}{\partial \xi} &= \frac{1}{\xi^2} \sum_{i=1}^n \ln \left\{ 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right\} - \left( \frac{1}{\xi} + 1 \right) \\ &\quad \sum_{i=1}^n \left( 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right) \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) - \sum_{i=1}^n \left( 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right)^{\frac{1}{\xi}} \\ &\quad \left[ \frac{1}{\xi^2} \sum_{i=1}^n \ln \left( 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right) - \frac{1}{\xi} \sum_{i=1}^n \left( \frac{\left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right)}{1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right)} \right) \right] = 0 \end{aligned} \quad (2.9)$$

Persamaan (2.7) sampai dengan (2.9) memiliki bentuk yang tidak *close form* yaitu turunan pertama masih memuat parameter yang tidak tunggal sehingga diperlukan analisis numerik untuk mendapatkan estimasi dari nilai parameter yang dimaksud. Salah satu analisis numerik yang digunakan untuk menyelesaikan persamaan yang tidak *closed form* adalah metode *Newton Raphson*. Apabila  $\mathbf{g}(\boldsymbol{\theta})$  adalah vektor dari turunan pertama dari  $L(\xi, \sigma; x)$  dan  $\mathbf{H}(\boldsymbol{\theta})$  adalah matriks *Hessian* yaitu matriks dari turunan kedua dari fungsi  $\ln$  *likelihood*. Persamaan umum *Newton Raphson* adalah sebagai berikut.

$$\boldsymbol{\theta}_{i+1} = \boldsymbol{\theta}_i - \mathbf{g}(\boldsymbol{\theta}_i) \mathbf{H}^{-1}(\boldsymbol{\theta}_i) \quad (2.10)$$

Iterasi berhenti apabila  $|\boldsymbol{\theta}_{i+1} - \boldsymbol{\theta}_i| < \varepsilon$ , dimana nilai dari  $\varepsilon$  adalah bilangan yang kecil sekali.

## 2.5 Estimasi Parameter *Generalized Pareto Distribution* (GPD)

Estimasi parameter metode GPD dapat ditaksir dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dengan langkah sebagai berikut.

1. Mengambil  $n$  sampel random  $x_1, x_2, \dots, x_n$  dengan cara mengambil nilai-nilai yang melebihi *threshold* yang sudah ditentukan.
2. Membentuk *probabilty density function* (pdf) untuk distribusi GPD.

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\sigma} \left( 1 + \xi \frac{x - \mu}{\sigma} \right)^{-\frac{1}{\xi} - 1}, & \xi \neq 0 \\ \frac{1}{\sigma} \exp\left(-\frac{x - \mu}{\sigma}\right), & \xi = 0 \end{cases} \quad (2.11)$$

3. Membuat fungsi *likelihood* dimana fungsi *likelihood* untuk GPD adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} L(\mu, \sigma, \xi) &= \prod_{i=1}^n f(x_i) \\ &= \prod_{i=1}^n \frac{1}{\sigma} \left[ 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right]^{-\frac{1}{\xi} - 1} \\ &= \left( \frac{1}{\sigma} \right)^n \prod_{i=1}^n \left[ 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right]^{-\frac{1}{\xi} - 1} \end{aligned} \quad (2.12)$$

4. Membentuk fungsi *ln likelihood* untuk distribusi GPD seperti persamaan dibawah ini.

$$\ln L(\mu, \xi, \sigma) = -n \ln \sigma - \left( \frac{1}{\xi} + 1 \right) \sum_{i=1}^n \ln \left( 1 + \frac{\xi(x_i - \mu)}{\sigma} \right) \quad (2.13)$$

5. Langkah selanjutnya yaitu memaksimumkan *ln* fungsi *likelihood* dengan cara mencari turunan pertama terhadap parameter distribusi  $(\mu, \sigma, \xi)$ . Berikut adalah hasil dari turunan pertama dari *ln likelihood* untuk  $\xi \neq 0$ .

$$\frac{\partial \ln L(\mu, \sigma, \xi)}{\partial \mu} = \left( \frac{1 + \xi}{\sigma} \right) \sum_{i=1}^n \left( 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right)^{-1} = 0 \quad (2.14)$$

$$\frac{\partial \ln L(\mu, \sigma, \xi)}{\partial \sigma} = -\frac{n}{\sigma} + (1 + \xi) \sum_{i=1}^n \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma^2} \right) \left( 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right)^{-1} = 0 \quad (2.15)$$



$$\frac{\partial \ln L(\mu, \sigma, \xi)}{\partial \xi} = \frac{1}{\xi^2} \sum_{i=1}^n \ln \left\{ 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right\} - \left( \frac{1}{\xi} + 1 \right) \quad (2.16)$$

$$\sum_{i=1}^n \left( 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right) \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) = 0$$

Berdasarkan persamaan yang terbentuk, diperoleh persamaan yang tidak *closed form*, sehingga untuk mengestimasi parameter GPD akan digunakan metode numerik seperti halnya estimasi parameter distribusi GEV.

## 2.6 Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian distribusi bertujuan untuk menunjukkan adanya kesesuaian distribusi teoritis.. Uji kesesuaian distribusi dapat dilakukan dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Uji *Kolmogorov-Smirnov* dilakukan dengan menyesuaikan fungsi distribusi empiris  $S(x)$  dengan distribusi teoritisnya  $F_0(x)$ . Hipotesis yang digunakan dalam uji *Kolmogorov-Smirnov* adalah sebagai berikut.

$H_0 : F(x) = F_0(x)$  (Data mengikuti distribusi teoritis  $F_0(x)$ )

$H_1 : F(x) \neq F_0(x)$  (Data tidak mengikuti distribusi teoritis  $F_0(x)$ )

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$D_{hitung} = \sup_x |S(x) - F_0(x)| \quad (2.17)$$

Keterangan:

$F(x)$  : fungsi distribusi kumulatif

$S(x)$  : nilai kumulatif distribusi empiris

$F_0(x)$  : nilai kumulatif distribusi teoritis

Uji *Kolmogorov-Smirnov* akan menghasilkan keputusan tolak  $H_0$  jika  $D_{hitung} > D_{tabel}$  (Daniel, 1989).

## 2.7 Value at Risk

Secara umum, VaR didefinisikan sebagai nilai harapan rugi maksimum (*maximum expected loss*) dari nilai aset atau saham pada suatu periode tertentu dan pada tingkat kepercayaan tertentu (Gilli & Kellezi, 2006). VaR merupakan konsep perhitungan

risiko yang dikembangkan dari konsep kurva normal. Terdapat dua jenis nilai VaR, yaitu VaR bernilai positif dan VaR bernilai negatif. VaR yang bernilai positif menunjukkan bahwa perusahaan mendapatkan keuntungan dari kegiatan investasi saham, sedangkan VaR bernilai negatif menunjukkan bahwa perusahaan mengalami kerugian dalam berinvestasi. Besarnya keuntungan yang didapatkan perusahaan akan sebanding dengan risiko yang diperoleh (Chan & Wong, 2006). Menurut Gilli & Kellezi (2006), nilai VaR untuk metode GEV dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut.

$$VaR_{p(GEV)} = \hat{\mu} + \frac{\hat{\sigma}}{\hat{\zeta}} \left[ \left( -\ln(1-p) \right)^{-\hat{\zeta}} - 1 \right] \quad (2.18)$$

sedangkan perhitungan nilai VaR pada GPD dilakukan berdasarkan persamaan berikut.

$$VaR_{p(GPD)} = \hat{\mu} + \frac{\hat{\sigma}}{\hat{\zeta}} \left[ \left( \frac{n}{Nu} p \right)^{-\hat{\zeta}} - 1 \right] \quad (2.19)$$

dimana  $Nu$  merupakan banyaknya pengamatan yang melebihi *threshold*, dan  $p$  merupakan persen kuantil (Marimoutou, Raggad, & Trabelsi, 2009).

## 2.8 Return Saham

*Return* saham merupakan hasil (keuntungan atau kerugian) yang diperoleh investor dari suatu investasi saham berupa deviden atau *capital gain/loss*. *Return* saham dibedakan menjadi dua yaitu *realized return* dan *expected return*. *Realized return* merupakan *return* yang telah terjadi yang dihitung berdasarkan data historis. *Expected return* merupakan besarnya nilai *return* yang diharapkan oleh seorang emiten. Semakin besar *return* yang diharapkan, maka tingkat risiko yang didapatkan juga semakin besar. *Expected return* memiliki hubungan positif dengan tingkat risiko. Nilai *return* saham dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut (Franke, Hardle, & Hafner, 2015).

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \quad (2.20)$$

dengan  $R_t$  = nilai *return* pada waktu ke- $t$

$P_t$  = harga saham pada waktu ke- $t$

$P_{t-1}$  = harga saham pada waktu ke- $(t-1)$

## 2.9 Backtesting

Pengujian validitas atau *backtesting* adalah pengujian secara berurutan dari model yang telah digunakan terhadap keadaan yang sebenarnya untuk menguji ketepatan dari prediksi yang telah ditetapkan. Model yang dihasilkan dibandingkan dengan hasil yang sebenarnya terjadi dalam waktu tertentu. Hasil dari *backtesting* digunakan untuk memvalidasi model dan manajemen risiko (Cruz, 2002). Perhitungan *backtesting* dapat dilihat pada persamaan (2.21) sebagai berikut.

$$I_{\tau,t} = \begin{cases} 1, & r_t < -VaR_{\tau,t} \\ 0, & r_t \geq -VaR_{\tau,t} \end{cases} \quad (2.21)$$

Model VaR tidak akurat jika nilai estimasi VaR yang dihasilkan lebih besar (*overfitting*) atau lebih kecil (*underfitting*) dibandingkan dengan nilai *realized return* pada periode ke- $(t+1)$ .

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa harga penutupan (*closing price*) saham harian periode 03 Januari 2011 sampai dengan 28 Februari 2017 yang diperoleh dari website [finance.yahoo.com](http://finance.yahoo.com). Harga penutupan dipilih karena biasanya digunakan sebagai indikator harga pembukaan untuk hari berikutnya.

### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah harga penutupan saham dari empat perusahaan sektor perbankan yang tergabung dalam BEI dan indeks LQ45.

**Tabel 3.1** Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan
$Z_{1,t}$	<i>Return saham Bank 1</i>
$Z_{2,t}$	<i>Return saham Bank 2</i>
$Z_{3,t}$	<i>Return saham Bank 3</i>
$Z_{4,t}$	<i>Return saham Bank 4</i>

### 3.3 Struktur Data

Struktur data yang berkaitan dengan penelitian ditampilkan dalam tabel berikut.

**Tabel 3.2** Struktur Data

Tanggal	$Z_{1,t}$	$Z_{2,t}$	$Z_{3,t}$	$Z_{4,t}$
03/01/2011	$Z_{1,1}$	$Z_{2,1}$	$Z_{3,1}$	$Z_{4,1}$
04/01/2011	$Z_{1,2}$	$Z_{2,2}$	$Z_{3,2}$	$Z_{4,2}$
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
23/02/2017	$Z_{1,1583}$	$Z_{2,1583}$	$Z_{3,1583}$	$Z_{4,1583}$
28/02/2017	$Z_{1,1584}$	$Z_{2,1584}$	$Z_{3,1584}$	$Z_{4,1584}$

### 3.4 Langkah Analisis

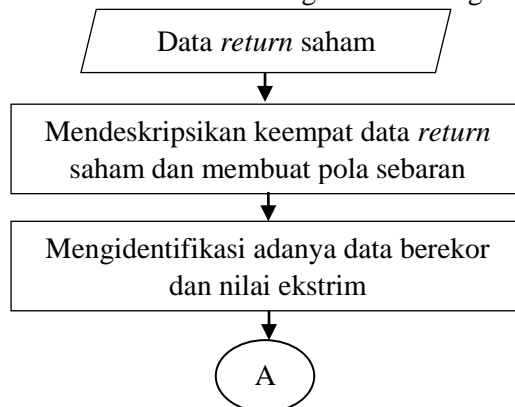
Pada penelitian ini menggunakan konsep *moving window* dengan satu *window* terdiri dari 250 transaksi (satu tahun). Konsep ini digunakan agar mendapatkan model dasar yang sama dan parameter yang optimal, yaitu parameter yang bersifat tidak bias dan efisien. Tahapan analisis yang digunakan dalam mencapai tujuan penelitian adalah sebagai berikut.

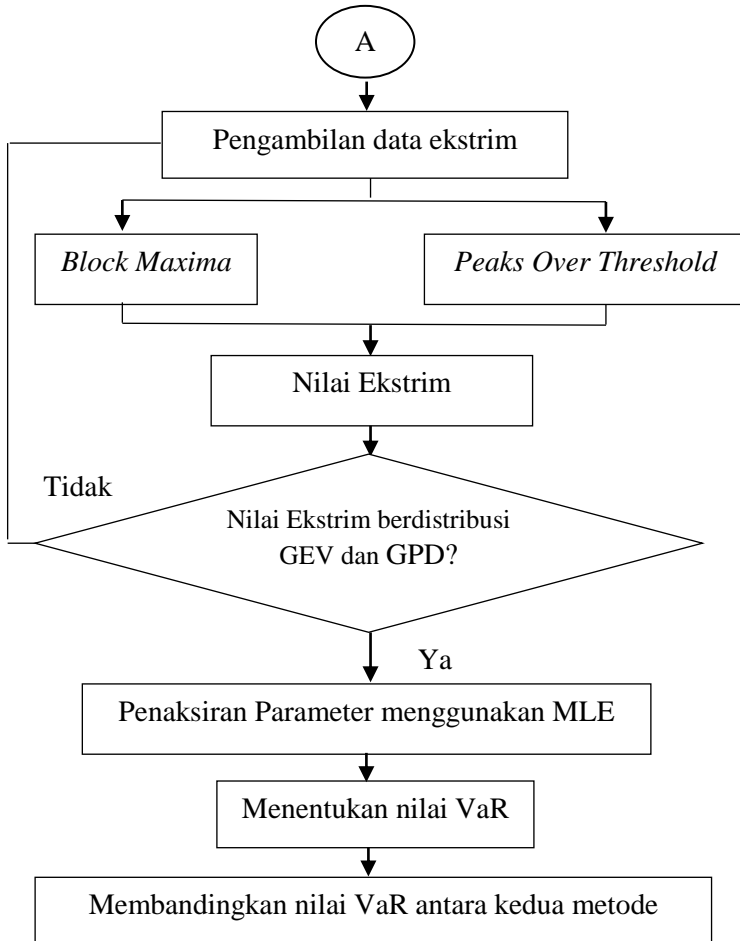
1. Langkah analisis untuk tujuan pertama.
  - a. Menghitung nilai *return* saham dengan persamaan (2.20).
  - b. Mendeskripsikan *return* perusahaan Bank 1, Bank 2, Bank 3, dan Bank 4. Data *return* dideskripsikan dengan menggunakan statistika deskriptif baik untuk ukuran pemusatan maupun ukuran penyebaran data.
  - c. Membuat *time series plot* untuk mengetahui pola data dari tahun 2011 hingga Februari 2017.
  - d. Mengidentifikasi adanya *heavy tail* pada data *return* dengan menggunakan histogram.
2. Langkah analisis untuk tujuan kedua.
  - a. Pengambilan data ekstrim dengan metode *Block Maxima* adalah dengan membuat blok-blok pada data *return*. Satu blok terdiri dari 5 transaksi (5 data *return*). Setelah blok terbentuk maka dapat menentukan nilai-nilai yang paling tinggi disetiap blok yang digunakan untuk analisis.
  - b. Pemeriksaan kesesuaian distribusi menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* sesuai pada persamaan (2.17). Apabila data tidak memenuhi distribusi GEV maka dilakukan *treatment* pada data ekstrim dengan cara mengubah data per blok, atau bisa dengan menambah atau mengurangi jumlah data. Menaksir parameter lokasi ( $\mu$ ), parameter skala ( $\sigma$ ), dan parameter bentuk ( $\xi$ ) menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) sesuai persamaan (2.7) sampai dengan (2.9).
  - c. Menentukan nilai *Value at Risk* untuk masing-masing perusahaan berdasarkan persamaan (2.18).

- d. Untuk pengambilan data ekstrim dengan metode *Peaks Over Threshold* dengan mengurutkan data dari terbesar hingga yang terkecil. Kemudian menentukan *threshold* pada data dengan menggunakan metode persentase 20% pada persamaan (2.3). Setelah *threshold* ditentukan maka dipilih data return saham yang melebihi *threshold* untuk dilakukan analisis.
  - e. Pemeriksaan kesesuaian distribusi GPD menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* sesuai pada persamaan (2.17).
  - f. Menaksir parameter lokasi ( $\mu$ ), parameter skala ( $\sigma$ ), dan parameter bentuk ( $\zeta$ ) menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) pada persamaan (2.14) sampai (2.16).
  - g. Menentukan nilai *Value at Risk* untuk masing-masing perusahaan dengan persamaan (2.19)
3. Langkah analisis untuk tujuan ketiga.  
Membandingkan nilai akurasi antara metode *Block Maxima* dan metode *Peaks Over Threshold* dengan melihat hasil dari *backtesting* berdasarkan persamaan (2.21).

### 3.5 Diagram Alir

Berdasarkan langkah-langkah analisis diatas, dapat ditampilkan secara umum melalui diagram alir sebagai berikut.





**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian

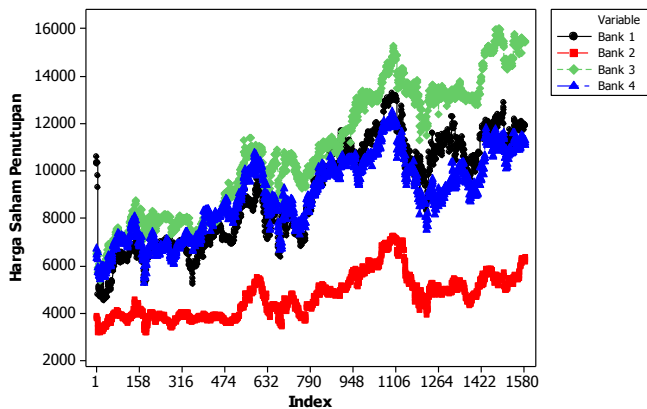


## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan diuraikan hasil analisis perhitungan risiko saham Bank 1, Bank 2, Bank 3, dan Bank 4 berdasarkan pada data *return* saham. Adapun analisis yang digunakan meliputi analisis deskriptif dan analisis *Value at Risk* dengan menggunakan dua pendekatan yaitu *Block Maxima* maupun pendekatan *Peaks Over Threshold*. Pembahasan diawali dengan deskripsi dan identifikasi adanya nilai ekstrem. Selanjutnya dibahas mengenai estimasi parameter dan nilai *Value at Risk* yang dihasilkan untuk masing-masing metode pendekatan. Untuk mengetahui kebaikan dari kedua metode, maka dilakukan *backtesting* berdasarkan hasil *Value at Risk*.

### 4.1 Karakteristik Saham Perusahaan Perbankan

Harga saham penutupan (*closing price*) merupakan harga dasar yang seringkali digunakan sebagai dasar dalam perhitungan risiko. Pergerakan harga saham dari tahun ke tahun selalu berubah, sehingga untuk mengetahui secara visual pergerakan harga saham dapat dilakukan dengan menggunakan *time series plot*. Berikut adalah *time series plot* harga saham penutupan dari ke-empat Bank yang digunakan dalam penelitian.



**Gambar 4.1** Time Series Plot Harga Saham Penutupan

Berdasarkan Gambar 4.1 menunjukkan bahwa harga saham penutupan berfluktuasi dari waktu ke waktu. Harga saham keempat Bank memiliki kisaran nilai yang berbeda-beda. Terlihat bahwa Bank 3 memiliki harga saham yang paling tinggi, sedangkan Bank 2 memiliki harga saham yang paling rendah. Pola perkembangan harga saham dari empat Bank tersebut cenderung memiliki pola yang hampir sama, dimana jika terjadi kenaikan atau penurunan harga saham, maka empat Bank tersebut juga mengalami kenaikan atau penurunan harga saham. Selain itu pada Gambar 4.1 menunjukkan bahwa pada tanggal 3 sampai 10 Januari 2011 harga saham Bank 1 sangat tinggi mencapai 10.600, dan pada tanggal 11 Januari 2011 harga saham Bank 1 turun menjadi 4.800, hal ini terjadi karena adanya *stock split*. *Stock split* merupakan pemecahan nilai nominal saham yang menjadi suatu kebijakan yang dilakukan oleh Bank 1 dengan tujuan menambah jumlah investor. Penambahan jumlah investor akan berdampak pada likuiditas saham, dengan semakin banyaknya saham yang beredar, maka saham tersebut pun dapat semakin aktif diperdagangkan di bursa. Selain itu, pada bulan Juni tahun 2013 (ditunjukkan pada index ke 617 sampai dengan 637) terjadi penurunan harga saham yang disebabkan oleh kenaikan inflasi dan adanya ketidakpastian akan kebijakan BBM bersubsidi. Kenaikan tingkat inflasi tersebut menimbulkan kekhawatiran dari para pelaku pasar modal sehingga investor memilih cara aman yakni dengan menjual saham-saham tersebut. Setelah keadaan inflasi kembali normal, harga saham perbankan kembali mengalami kenaikan. Namun, pada bulan April 2015 (ditunjukkan pada index ke 1100) terjadi penurunan harga saham yang disebabkan oleh melambatnya pertumbuhan ekonomi Indonesia. Turunnya harga saham pada sejumlah bank juga mendorong Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) ikut turun. Selama ini saham perbankan selalu menjadi bobot tertinggi untuk IHSG. Penurunan harga saham pada sektor perbankan terjadi sampai pada awal bulan Oktober. Pada pertengahan bulan Oktober 2015 harga saham sektor perbankan kembali berfluktuasi

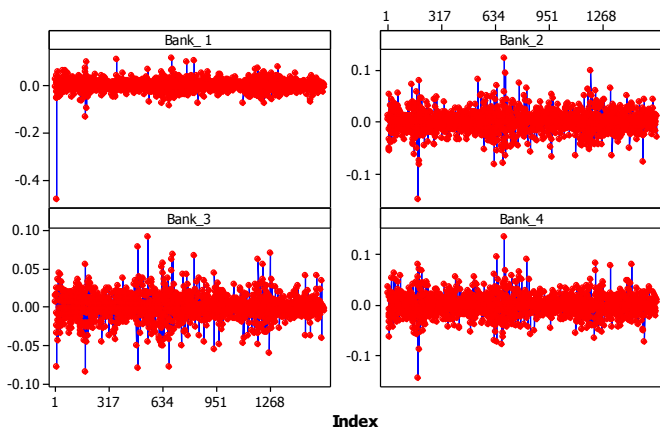
namun cenderung mengalami kenaikan. Karakteristik dari harga saham penutupan juga dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini.

**Tabel 4.1** Statistika Deskriptif Harga Saham Penutupan

<b>Ukuran</b>	<b>Bank 1</b>	<b>Bank 2</b>	<b>Bank 3</b>	<b>Bank 4</b>
<i>Mean</i>	9.068	4.709	10.895	8.944
<i>Variance</i>	4.947.817	822.2787	7.404.731	2.708.598
Minimum	4.550	3.175	5.400	5.300
<i>Maximum</i>	13.275	7.275	16.050	12.475

Tabel 4.1 menjelaskan karakteristik harga saham secara lebih spesifik. Pada tabel tersebut menunjukkan bahwa Bank 3 memiliki nilai rata-rata harga saham tertinggi dibanding dengan bank 1, Bank 2, dan Bank 4. Hal tersebut diimbangi dengan nilai maksimum atau minimum saham yang dimiliki Bank 3 memang lebih besar dibanding dengan bank lainnya. Bank yang memiliki nilai rata-rata tertinggi kedua yaitu Bank 1 sebesar Rp 9.068,2 diikuti oleh Bank 4 kemudian Bank 2. Pada Tabel 4.1 nilai varians menunjukkan keragaman dari harga saham, terlihat bahwa terjadi perbedaan yang cukup besar di antara keempat bank tersebut. Harga saham Bank 3 memiliki variasi harga yang paling tinggi. Sebaliknya Bank 2 memiliki keragaman harga saham yang sangat kecil. Keragaman yang besar menunjukkan bahwa pada Bank 3 sering terjadi perubahan harga saham, sedangkan keragaman harga saham yang kecil menunjukkan bahwa harga saham Bank 2 tidak terlalu berubah-ubah.

Nilai *return* saham merupakan salah satu indikator dalam melakukan investasi, dimana seorang investor tentunya menginginkan nilai *return* yang tinggi dengan tingkat risiko yang rendah. Sementara dalam konsep investasi disebutkan bahwa nilai *return* yang tinggi diikuti oleh tingkat risiko yang tinggi pula. Berikut akan disajikan *time series plot* dari *return* saham untuk melihat pergerakan kondisi *return* saham secara visual dari perusahaan Bank 1, Bank 2, Bank 3, dan Bank 4 yang ditampilkan dalam Gambar 4.2.



**Gambar 4.2** Time Series Plot Return Saham

Pada Gambar 4.2 menunjukkan bahwa *return* saham pada 4 perusahaan Bank sangat fluktuatif dan penuh dengan ketidakpastian. *Return* Bank 1 terlihat lebih stabil, hal ini terlihat dari titik-titik yang menunjukkan bahwa *return* naik atau turun letaknya masih disekitar rata-rata *return* yang lainnya, sedangkan *return* Bank 2, Bank 3, dan Bank 4 terlihat bahwa sering terjadi *return* yang terlalu tinggi maupun *return* yang terlalu rendah. Selain itu terdapat satu *return* Bank 1 yang mencapai -0,483 hal tersebut terjadi akibat dari *stock split*, namun setelah itu *return* Bank 1 kembali stabil. Fluktuasi yang terjadi pada *return* Bank 1, Bank 2, Bank 3, dan Bank 4 menyebabkan terjadinya nilai ekstrem pada periode waktu tertentu.

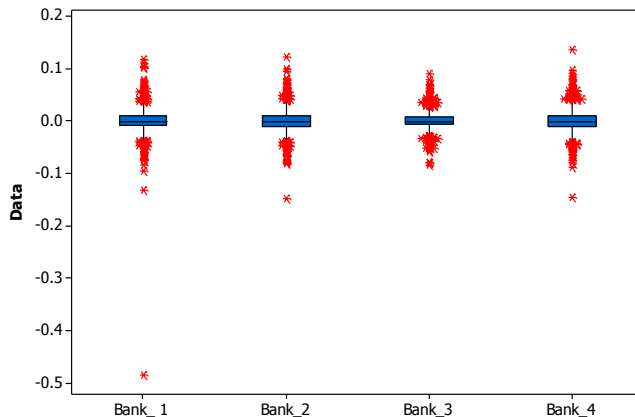
Statistika deskriptif dari *return* saham juga dapat dilihat pada Tabel 4.2 sebagai berikut.

**Tabel 4.2** Statistika Deskriptif Return Saham

Ukuran	Bank 1	Bank 2	Bank 3	Bank 4
Mean	0.00042	0.00052	0.00068	0.00058
Variance	0.00059	0.00041	0.00026	0.00043
Minimum	-0.48387	-0.14839	-0.08387	-0.14516
Maximum	0.11806	0.12329	0.09179	0.13669

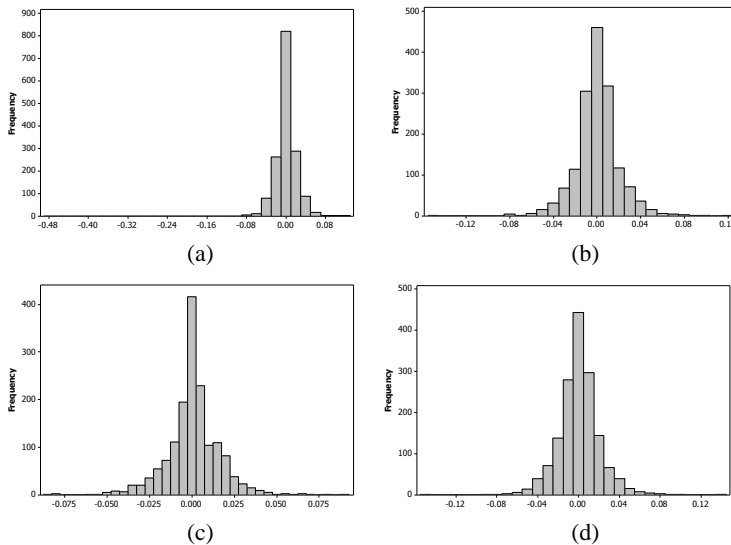
Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa rata-rata nilai *return* saham Bank 3 lebih tinggi dari nilai *return* saham Bank lainnya, dengan diikuti nilai varians yang lebih kecil. Hal ini menunjukkan bahwa *return* saham Bank 3 lebih stabil dan tidak terlalu mengalami perubahan yang besar dari waktu ke waktu. Begitu sebaliknya dengan Bank 1, dimana nilai rata-rata *return* kecil sedangkan variansnya paling besar. Sedangkan untuk *return* Bank 2 dan Bank 4 memiliki stabilitas nilai *return* yang hampir sama.

Berdasarkan kajian mengenai data *financial*, diketahui bahwa sebagian besar data *financial* memiliki ekor distribusi yang *heavy tail*, yaitu ekor distribusi yang turun secara lambat dibandingkan dengan distribusi normal. Hal tersebut mengakibatkan peluang terjadinya nilai ekstrem akan lebih besar dibandingkan dengan distribusi normal. Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi awal pada data *return* keempat bank. Untuk mengidentifikasi adanya nilai ekstrem pada data *return* saham dapat dilakukan dengan menggunakan *Boxplot* dan histogram, dimana hasilnya dilihat berdasarkan Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 berikut ini.



**Gambar 4.3** *Boxplot Return Saham*

Berdasarkan Gambar 4.3 diketahui bahwa nilai *return* saham Bank 1, Bank 2, Bank, dan Bank 4 memiliki nilai-nilai ekstrem. Keberadaan nilai ekstrem dapat diketahui dari adanya titik-titik berwarna merah. Nilai ekstrem yang terdapat dalam *return* saham dari masing-masing perusahaan itulah yang akan diatasi dengan menggunakan metode *Extreme Value Theory*.

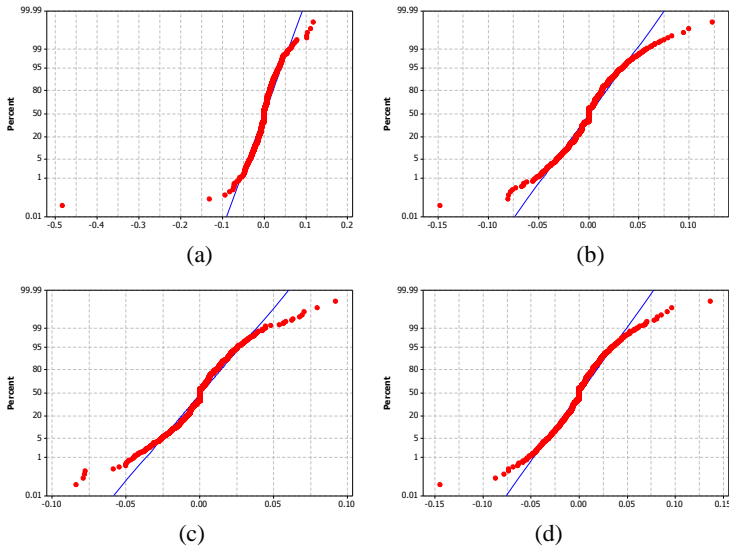


**Gambar 4.4** Histogram *Return* Saham (a) Bank 1 (b) Bank 2 (c) Bank 3 (d) Bank 4

Identifikasi data berpola *heavy tail* dapat diketahui secara visual melalui histogram pada Gambar 4.4 diatas. *Return* saham pada keempat bank memiliki ekor distribusi yang turun lambat. Dengan demikian, *return* saham teridentifikasi memiliki pola distribusi *heavy tail*, yang berarti data tidak berdistribusi normal.

Selain menggunakan *boxplot* dan histogram, dapat pula dibuktikan dengan uji kesesuaian distribusi menggunakan *normality probability plot* dan uji *Kolmogorov-Smirnov* dimana distribusi teoritis yang diharapkan adalah distribusi normal dan taraf signifikan yang digunakan adalah 5% ( $\alpha = 0,05$ ). Pada Gambar 4.5 terlihat bahwa masih banyak sebaran data atau titik-

titik merah yang tidak mengikuti garis linier (biru) sehingga secara visual *return* Bank 1, Bank 2, Bank 3, dan Bank 4 dapat disimpulkan tidak mengikuti distribusi normal. Hal ini dapat didukung dengan hasil uji *Kolmogorov-Smirnov* dimana nilai *p-value* adalah nol atau kurang dari 0,05 sehingga tolak  $H_0$  yang berarti data tidak berdistribusi normal.



**Gambar 4.5** Normality Probability Plot Return Saham (a) Bank 1 (b) Bank 2 (c) Bank 3 (d) Bank 4

Tabel 4.3 merupakan ringkasan dari hasil uji *Kolmogorov-Smirnov* untuk data *return* semua bank dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : F(x) = F_0(x)$  (Data mengikuti distribusi normal)

$H_1 : F(x) \neq F_0(x)$  (Data tidak mengikuti distribusi normal)

Adapun daerah penolakannya adalah tolak  $H_0$  jika  $D_{hitung} > D_{tabel}$  atau  $p - value < \alpha$ . Berikut ini hasil pengujian distribusi data *retrun* bank yang ditampilkan dalam Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Hasil Uji *Kolmogorov-Smirnov*

Perusahaan	D hitung	D tabel	P-value	Keputusan
Bank 1	0,114	0,034	0,01	Tolak $H_0$
Bank 2	0,100	0,034	0,01	Tolak $H_0$
Bank 3	0,099	0,034	0,01	Tolak $H_0$
Bank 4	0,0084	0,034	0,01	Tolak $H_0$

Berdasarkan Tabel 4.3, data *return* keempat bank memiliki nilai  $D_{hitung}$  yang lebih besar dari  $D_{tabel}$ , selain itu  $p$ -value dari semua data *return* bank memiliki nilai yang kurang dari *alfa* 0,05 sehingga didapatkan keputusan tolak  $H_0$  yang artinya data *return* saham keempat bank tidak mengikuti distribusi normal.

## 4.2 Pemodelan *Block Maxima*

Pemodelan *return* saham dengan pendekatan *Block Maxima* meliputi uji kesesuaian distribusi dan menghitung estimasi parameter. *Block maxima* merupakan sebuah metode yang dapat digunakan untuk mengatasi adanya nilai-nilai ekstrem pada sebuah data. Adapun konsep yang dimiliki adalah membagi data ke dalam blok yang sama besar, dan mengambil nilai ekstrem yang ada pada setiap blok untuk dilakukan analisis.

### 4.2.1. Uji Kesesuaian Distribusi

Identifikasi awal sebelum melakukan perhitungan estimasi parameter yaitu memastikan bahwa data ekstrem yang diperoleh dari pengambilan nilai ekstrem pada masing-masing blok mengikuti distribusi tertentu. Secara teoritis, suatu data sampel berupa nilai ekstrem yang diambil dengan menggunakan metode *Block Maxima* akan mengikuti distribusi *Generalized Extreme Value* (GEV). Adapun hipotesis yang digunakan untuk menguji nilai ekstrem yang terambil adalah sebagai berikut.

Hipotesis:

$$H_0 : F(x) = F_0(x) \text{ (Data mengikuti distribusi GEV)}$$

$$H_1 : F(x) \neq F_0(x) \text{ (Data tidak mengikuti distribusi GEV)}$$

Berikut adalah hasil dari pengujian kesesuaian distribusi dengan menggunakan Uji *Kolmogorov-Smirnov*.



**Tabel 4.4** Uji *Kolmogorov-Smirnov Block Maxima*

Perusahaan	D hitung	D tabel	Keputusan
Bank 1	0,056	0,076	Gagal Tolak $H_0$
Bank 2	0,053	0,076	Gagal Tolak $H_0$
Bank 3	0,049	0,076	Gagal Tolak $H_0$
Bank 4	0,030	0,076	Gagal Tolak $H_0$

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.4, dapat diketahui bahwa variabel Bank 1, Bank 2, Bank 3, dan Bank 4 masing-masing menghasilkan nilai  $D_{hitung}$  yang lebih kecil dari  $D_{tabel}$ . Selain itu, dengan menggunakan *alfa* sebesar 5% diperoleh keputusan gagal tolak  $H_0$ , yang artinya bahwa data ekstrem yang digunakan telah mengikuti distribusi teoritis, yaitu distribusi GEV.

#### 4.2.2. Estimasi Parameter *Block Maxima*

Perhitungan estimasi parameter metode *Block Maxima* adalah menggunakan data ekstrem yang telah diperoleh sebelumnya dan telah dilakukan pengujian kesesuaian distribusi. Hasil estimasi parameter dengan menggunakan *Maximum Likelihood* ditampilkan dalam Tabel 4.5 sebagai berikut.

**Tabel 4.5** Estimasi Parameter *Block Maxima*

Parameter	Bank 1	Bank 2	Bank 3	Bank 4
Banyaknya Blok	317	317	317	317
Bentuk ( $\xi$ )	0.182	0.111	-0.022	0.115
Lokasi ( $\mu$ )	0.014	0.015	0.012	0.015
Skala ( $\sigma$ )	0.012	0.012	0.011	0.012

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa banyaknya blok yang terbentuk adalah 317 blok dengan banyaknya pengamatan tiap blok adalah 5 pengamatan. Hasil estimasi parameter menunjukkan bahwa besarnya parameter bentuk yang terbesar dimiliki oleh Bank 1, hal ini menyatakan bahwa perilaku ekor kanan Bank 1 semakin berat (*heavy tail*) sehingga peluang terjadinya nilai ekstrem akan semakin besar dibanding dengan

bank lainnya. Estimasi parameter lokasi yang dihasilkan menyatakan letak titik pemusatan data, sedangkan parameter skala menjelaskan keragaman data.

Berdasarkan hasil estimasi parameter yang diperoleh, maka dihasilkan hasil estimasi nilai VaR sebagai berikut.

**Tabel 4.6** Estimasi Nilai VaR *Block Maxima*

<b>Perusahaan</b>	<b>Ukuran</b>	<b>Risiko</b>	<b>Profit</b>
Bank 1	<i>Mean</i>	-0.0604	0.0604
	<i>Variance</i>	0.0002	0.0002
Bank 2	<i>Mean</i>	-0.0555	0.0555
	<i>Variance</i>	0.0002	0.0002
Bank 3	<i>Mean</i>	-0.0439	0.0439
	<i>Variance</i>	0.0001	0.0001
Bank 4	<i>Mean</i>	-0.0567	0.0567
	<i>Variance</i>	0.0002	0.0002

Pada Tabel 4.6 diatas, dapat diketahui bahwa dengan menggunakan metode *Block Maxima* dan tingkat keyakinan 95% seorang investor yang menginvestasikan dananya sebesar Rp 1.000.000.000,- pada saham Bank 1 akan mengalami kerugian maksimum sebesar Rp 60.400.000,- yang merupakan hasil perkalian antara jumlah investasi dengan tingkat resiko. Hal ini dapat juga dikatakan terdapat kemungkinan sebesar 5% bahwa investor akan mengalami kerugian minimum sebesar Rp 60.400.000,-. Demikian halnya jika seorang investor berinvestasi Rp 1.000.000.000,- di Bank 2 maka akan mengalami kerugian minimum sebesar Rp 55.500.000,- sedangkan di Bank 3 dan Bank 4 akan mengalami kerugian minimum sebesar Rp 43.900.000,- dan Rp 56.700.000,- sehingga dapat disimpulkan bahwa kemungkinan seorang investor mengalami kerugian yang lebih besar adalah jika berinvestasi di Bank 1.

Selain untuk mengetahui estimasi risiko, Tabel 4.6 juga dapat diperoleh informasi mengenai estimasi keuntungan untuk masing-masing bank. Tingkat risiko yang diterima oleh seorang investor akan berbanding lurus dengan tingkat keuntungan yang

diperoleh. Berdasarkan Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa saham Bank 1 memberikan tingkat keuntungan yang lebih besar, yakni apabila seorang investor berinvestasi sebesar Rp 1.000.000.000,- maka dengan tingkat keyakinan 95%, investor tersebut akan menerima keuntungan sebesar Rp 60.400.000,-. Begitu pula apabila seorang investor menanamkan dananya di Bank 2, Bank 3, dan Bank 4 maka keuntungan yang akan diperoleh sebesar hasil perkalian antara jumlah investasi dengan tingkat profit di Tabel 4.6. Besarnya kerugian dan keuntungan yang diperoleh seorang investor nilainya sama, namun untuk mengetahui apakah seorang investor akan lebih banyak mengalami kerugian atau keuntungan dapat diketahui berdasarkan hasil *backtesting* pada Tabel 4.10 dan Tabel 4.11.

### 4.3 Pemodelan *Peaks Over Threshold*

Pendekatan lainnya yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi nilai ekstrem dalam suatu data yaitu pendekatan *Peaks Over Threshold*. Konsep dari pendekatan ini adalah mengidentifikasi nilai ekstrem dengan cara menetapkan batas atau *threshold*. Data yang melebihi nilai *threshold* dianggap sebagai nilai ekstrem.

#### 4.3.1. Uji Kesesuaian Distribusi

Pengujian asumsi distribusi dilakukan dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Pengujian asumsi distribusi dilakukan karena perhitungan estimasi risiko (VaR) pada penelitian ini berdasarkan pada distribusi yang menaungi data ekstrem. Distribusi teoritis untuk data nilai ekstrem yang diambil dengan menggunakan metode *Peaks Over Threshold* akan mengikuti distribusi *Generalized Pareto Distribution* (GPD). Berikut adalah hipotesis yang digunakan dalam pengujian.

Hipotesis:

$$H_0 : F(x) = F_0(x) \text{ (Data mengikuti distribusi GPD)}$$

$$H_1 : F(x) \neq F_0(x) \text{ (Data tidak mengikuti distribusi GPD)}$$

**Tabel 4.7** Uji *Kolmogorov-Smirnov Peaks Over Threshold*

Perusahaan	D hitung	D tabel	Keputusan
Bank 1	0,046	0,076	Gagal Tolak $H_0$
Bank 2	0,040	0,076	Gagal Tolak $H_0$
Bank 3	0,061	0,076	Gagal Tolak $H_0$
Bank 4	0,039	0,077	Gagal Tolak $H_0$

Tabel 4.7 merupakan hasil dari uji kesesuaian distribusi dari nilai ekstrem yang diperoleh dengan menggunakan metode *Peaks Over Threshold*, dimana menghasilkan keputusan gagal tolak  $H_0$  baik untuk Bank 1, Bank 2, Bank 3, maupun Bank 4. Hal ini karena nilai  $D_{hitung} < D_{tabel}$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa data nilai ekstrem telah mengikuti distribusi GPD.

#### 4.3.2. Estimasi Parameter *Peaks Over Threshold*

Sama seperti halnya metode *Block Maxima*, perhitungan estimasi parameter metode *Peaks Over Threshold* menggunakan data ekstrem yang berada diatas *threshold* yang telah ditentukan dan memenuhi uji kesesuaian distribusi *Generalized Pareto Distribution*. Tabel 4.8 berikut ini merupakan hasil estimasi parameter yang dihasilkan.

**Tabel 4.8** Estimasi Parameter *Peaks Over Threshold*

Parameter	Bank 1	Bank 2	Bank 3	Bank 4
<i>Threshold</i> (u)	0,014	0,013	0,011	0,014
Jumlah Pengamatan (n)	1585	1585	1585	1585
Jumlah Pengamatan diatas <i>Threshold</i> (Nu)	318	317	317	316
Bentuk ( $\xi$ )	0,119	0,072	0,070	0,061
Skala ( $\sigma$ )	0,013	0,013	0,010	0,014

Pengambilan nilai ekstrem dengan menggunakan metode *Peaks Over Threshold* dilakukan dengan cara menentukan nilai *threshold* terlebih dahulu. Pada penelitian ini, penentuan nilai *threshold* dilakukan dengan menggunakan metode persentase yaitu 20% dari data keseluruhan, sehingga didapatkan nilai

*threshold* seperti pada Tabel 4.8 diatas. Hasil estimasi parameter bentuk ( $\hat{\xi}$ ) menunjukkan perilaku ekor dari data ekstrem, dimana semakin besar nilai  $\hat{\xi}$  maka peluang terjadinya nilai ekstrem akan semakin besar pula, sedangkan untuk parameter skala ( $\hat{\sigma}$ ) menunjukkan keragaman nilai ekstrem.

Nilai estimasi parameter yang diperoleh pada Tabel 4.8, digunakan untuk menghitung estimasi nilai risiko. Tabel 4.9 berikut ini menunjukkan hasil nilai VaR untuk masing-masing bank.

**Tabel 4.9** Estimasi Nilai VaR *Peaks Over Threshold*

<b>Perusahaan</b>	<b>Ukuran</b>	<b>Risiko</b>	<b>Profit</b>
Bank 1	<i>Mean</i>	-0.0468	0.0468
	<i>Variance</i>	0.0001	0.0001
Bank 2	<i>Mean</i>	-0.0444	0.0444
	<i>Variance</i>	0.0001	0.0001
Bank 3	<i>Mean</i>	-0.0332	0.0332
	<i>Variance</i>	0.0001	0.0001
Bank 4	<i>Mean</i>	-0.0431	0.0431
	<i>Variance</i>	0.0001	0.0001

Perhitungan kerugian dapat dihitung dengan cara mengalikan jumlah investasi dengan tingkat risiko yang telah diperoleh pada Tabel 4.9. Berdasarkan tabel diatas, diketahui bahwa pada tingkat keyakinan 95% seorang investor yang menanamkan modalnya ke Bank 1 sebesar Rp 1.000.000.000,- maka akan mengalami kerugian maksimum sebesar Rp 46.800.000,- atau peluang seorang investor yang berinvestasi ke Bank 1 sebesar Rp 1.000.000.000,- akan mengalami kerugian minimum sebesar Rp 46.800.000,- adalah sebesar 5%. Begitu pula apabila seorang investor akan menanamkan modal sebesar Rp 1.000.000.000,- ke Bank 2 maka dengan tingkat keyakinan 95% akan mendapatkan kerugian sebesar Rp 44.400.000,- sedangkan jika menanam modal dengan jumlah yang sama maka

kerugian di Bank 3 adalah sebesar Rp 33.200.000,- dan di Bank 4 sebesar Rp 43.100.000,-.

Tabel 4.9 juga menunjukkan tingkat keuntungan masing-masing perusahaan yang akan diperoleh seorang investor. Berdasarkan hasil dari estimasi tingkat keuntungan yang dihasilkan, Bank 1 memberikan keuntungan yang paling besar, yaitu sekitar Rp 46.800.000,-. Keuntungan tersebut terjadi pada tingkat keyakinan 95% dengan dana yang diinvestasikan sebesar Rp 1.000.000.000,-. Sedangkan untuk Bank 2 memberikan keuntungan sebesar Rp 44.400.000,-. Demikian halnya dengan Bank 3 dan Bank 4, seorang investor yang menanamkan dananya sebesar Rp 1.000.000.000,- akan memperoleh keuntungan sebesar Rp 33.200.000,- dan Rp 43.100.000,- atau lebih.

#### 4.4 Perbandingan Metode Pendekatan VaR

Berdasarkan hasil estimasi risiko pada keempat perusahaan bank maka untuk mengetahui akurasi risiko yang telah diperoleh dapat diketahui dengan menggunakan *backtesting* seperti pada Tabel 4.10 berikut.

**Tabel 4.10** Hasil *Backtesting* Estimasi Risiko

Saham	Loss		Expected Shortfall		Selisih	
	BM	POT	BM	POT	BM	POT
Bank 1	12	35	0,9%	2,6%	4,1%	2,4%
Bank 2	11	30	0,8%	2,2%	4,2%	2,8%
Bank 3	16	39	1,2%	2,9%	3,8%	2,1%
Bank 4	18	38	1,4%	2,8%	3,6%	2,2%

Hasil *backtesting* menunjukkan bahwa nilai *loss* dan *expected shortfall* yang dihasilkan oleh metode *Block Maxima* lebih kecil dibanding menggunakan metode *Peaks Over Threshold*. Estimasi risiko dengan metode *Block Maxima* memiliki selisih yang cukup jauh dari kuantil 5%, hal ini mengindikasikan estimasi VaR pada keempat perusahaan tersebut cenderung *underestimate*. Secara keseluruhan, metode *Peaks Over Threshold* memiliki selisih yang lebih kecil sehingga dapat

disimpulkan lebih akurat dibanding metode *Block Maxima*. Sedangkan untuk hasil *bactesting* pada estimasi nilai profit disajikan dalam Tabel 4.11 sebagai berikut.

**Tabel 4.11** Hasil *Backtesting* Estimasi Profit

Saham	<i>Loss</i>		<i>Expected Shortfall</i>		Selisih	
	BM	POT	BM	POT	BM	POT
Bank 1	13	31	1%	2,3%	4%	2,7%
Bank 2	20	34	1,5%	2,5%	3,5%	2,5%
Bank 3	19	41	1,4%	3,1%	3,6%	1,9%
Bank 4	14	44	1,1%	3,1%	3,9%	1,7%

Sama halnya dengan hasil *backtesting* pada estimasi nilai risiko, hasil *backtesting* pada nilai profit menghasilkan *loss* dan *expected shortfall* yang dihasilkan metode *Block Maxima* lebih kecil, sehingga menghasilkan selisih kuantil menjadi bernilai tinggi. Secara umum, metode *Peaks Over Threshold* memberikan hasil yang lebih baik dibanding dengan metode *Block Maxima*.

Berdasarkan Tabel 4.10 dan Tabel 4.11 pada metode *Peaks Over Threshold* dapat diperoleh informasi bahwa seorang investor yang menginvestasikan dananya di Bank 1 akan mengalami lebih banyak kerugian dibandingkan keuntungan yang didapat. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai *Loss* yang dihasilkan oleh metode *Peaks Over Threshold*. Dalam jangka waktu satu tahun, investor akan mengalami kerugian sebanyak 35 kali dan keuntungan sebanyak 31 kali, sedangkan investor yang menanamkan dananya di Bank 2, Bank 3, dan Bank 4 akan mengalami lebih banyak keuntungan dibanding kerugian yang diperoleh.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada penelitian mengenai data *return* saham di subsektor perbankan diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Karakteristik harga saham penutupan maupun *return* saham pada Bank 3 menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibanding Bank 1, Bank 2 maupun Bank 4. Sedangkan perusahaan yang memiliki volatilitas *return* saham tertinggi yaitu Bank 1, hal tersebut menunjukkan bahwa Bank 1 memiliki risiko yang lebih besar. Secara umum, data *return* yang digunakan memiliki nilai-nilai ekstrem dan teridentifikasi berpola *heavy tail*.
2. Berdasarkan metode *Block Maxima* maupun *Peaks Over Threshold*, tingkat risiko investasi saham di Bank 1 adalah yang paling tinggi, sedangkan tingkat risiko investasi saham di Bank 3 adalah yang paling rendah. Hal tersebut berbanding lurus dengan tingkat keuntungan yang dihasilkan. Apabila seorang investor ingin menanamkan modal sebesar Rp 1 Milyar di Bank 1 maka dengan menggunakan metode *Block Maxima*, seorang investor tersebut akan menerima kerugian sebesar Rp 60.400.000,- sedangkan jika menggunakan metode *Peaks Over Threshold* maka seorang investor tersebut akan menerima kerugian sebesar Rp 46.800.000,-.
3. Pada hasil backtesting antara kedua metode dalam mengestimasi perhitungan VaR, menunjukkan bahwa metode *Peaks Over Threshold* lebih akurat dibanding metode *Block Maxima*. Selain itu, berdasarkan hasil *backtesting* dapat diketahui bahwa jika seseorang berinvestasi pada Bank 1 akan mengalami lebih banyak kejadian rugi dibanding kejadian untung, sedangkan untuk Bank 2, Bank 3, dan Bank 4 akan memberikan lebih banyak kejadian untung dibanding dengan kejadian rugi.

## 5.2 Saran

Identifikasi kejadian ekstrem menggunakan *Extreme Value Theory* pada umumnya membutuhkan jumlah data yang besar, terutama untuk metode *Block Maxima*, sehingga data dapat dibagi ke dalam blok-blok yang lebih besar agar data pada setiap blok tidak ada yang bernilai nol atau negative. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan jumlah data yang lebih besar serta mempertimbangkan penggunaan variabel lain yang diduga mempengaruhi kondisi saham agar hasil *return* yang dihasilkan dapat lebih sesuai dengan kondisi yang sebenarnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amanda, & Pratomo, W. A. (2013). Pengaruh Fundamental dan Risiko Sistematis terhadap Harga Saham Perbankan yang terdaftar pada Indeks LQ45. *Jurnal Ekonomi dan Keuangan*, Vol.1, No.3.
- Anifah, U. (2014). *Pemilihan Threshold pada Pemodelan Nilai Ekstrem Curah Hujan di Sentra Produksi Padi Jawa Timur dengan MRLP-Baru (New Technique for Mean Residual Life Plot)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ariany, F. (2012). *Estimasi Value at Risk pada Portofolio Nilai Tukar Mata Uang dengan Pendekatan Copula*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Buchdadi, A. D. (2008). Perhitungan Value at Risk Portofolio Optimum Saham Perusahaan Berbasis Syariah dengan Pendekatan EWMA. *Jurnal Akuntansi dan Keuangan Indonesia*, Vol.5, No.2, hal 182-201.
- Chan, N. H., & Wong, H. Y. (2006). *Simulation Techniques in Financial Risk Management, Second Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- Cifter, A. (2011). Value at Risk Estimation with Wavelet Based Extreme Value Theory: Evidence from Emerging Markets. *Physica A* 390, 2356-2367.
- Coles, S. (2001). *An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values*. London: Springer.
- Cruz, M. G. (2002). *Modelling Measuring and Hedging Operational Risk*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Daniel, W. W. (1989). *Statistik Non Parametrik Terapan*. Diterjemahkan oleh Alex Tri Kantjono W. Jakarta: PT.Gramedia.
- Dharmawan, K. (2012). Estimasi Nilai VaR Dinamis Indeks Saham Menggunakan Peaks Over Threshold dan Block Maxima. *Matematika*, 1-12.

- Djanggola, A. M. (2010). *Pengukuran Risiko Operasional pada Klaim Asuransi Kesehatan dengan Metode Extreme Value Theory (Studi Kasus pada PT.XYZ)*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Franke, J., Hardle, W. K., & Hafner, C. M. (2015). *Statistics for Financial Markets*. Jerman: Springer.
- Gilli, M., & Kellezi, E. (2006). An Application of Extreme Value Theory for Measuring Financial Risk. *Computational Economics* 27(1), 1-23.
- Hadad, M. D., Wibowo, S., Pertiwi, D., & Novianti. (2004). Indeks Saham Perbankan.
- Iriani, N. P. (2013). Estimasi Value at Risk (VaR) pada Portofolio Saham dengan Copula. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, Vol.2, No.2, (2013) 2337-3520.
- Jorion, P. (2001). *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk, Third Edition*. New York: McGraw-Hill Companies.
- Kotz, S., & Nadarajah, S. (2002). *Extreme Value Distribution (Theory and Application)*. London: Imperia College Press.
- Marimoutou, V., Raggad, B., & Trabelsi, A. (2009). Extreme Value Theory and Value at Risk: Application on Oil Market. *Energy Economics*, 519-530.
- McNeil, A. J. (1999). *Extreme Value Theory for Risk Manager*. Zurich: Department Mathematic ETH Zentrum.
- Murni, S., Affan, M., & Musnadi, S. (2014). Pengaruh Earning Per Share dan Net Profit Margin terhadap Return Saham pada Perusahaan yang Tergabung dalam Indeks LQ45 di BEI. *Jurnal Teknik Sipil*, 38-49.
- Nastiti, W. K. (2016). *Estimasi Risiko Investasi Saham Perusahaan Sektor Telekomunikasi di BEI Menggunakan Metode CVaR dan VaR dengan Pendekatan ARMA-GARCH dan EVT*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Prang, J. D. (2006). *Sebaran Nilai Ekstrim Terampat dalam Fenomena Curah Hujan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Putri, R. D., & Moeliono, N. (2015). Penilaian Harga Saham Subsektor Perbankan dalam Indeks LQ45 di Bursa Efek Indonesia Menggunakan Metode Dividend Discount Model. *Eproc*.
- Singh, A. K., Robert, P. J., & Allen, D. E. (2013). Extreme Market Risk and Extreme Value Theory. *Mathematics and Computers in Simulation* 94, 310-328.
- Sodiq, J. (2012). Pengukuran Risiko pada Klaim Asuransi "X" dengan Menggunakan Metode Generalized Extreme Value dan Generalized Pareto Distribution. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, Vol.1, No.1.
- Spierdijk, L. (2014). Confident Interval for ARMA-GARCH Value at Risk: The Case of Heavy Tail and Skewness. *Computational Statistics and data Analysis*.
- Suharli, M. (2005). Studi Empiris terhadap Dua Faktor yang Mempengaruhi Return Saham pada Industri Food&Beverages di Bursa Efek Jakarta. *Jurnal Akuntansi & Keuangan*, 99-116.
- Wahyudi. (2012). *Identifikasi Curah Hujan Ekstrem di Kabupaten Ngawi Menggunakan Generalized Extreme Value dan Generalized Pareto Distribution*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Surat Pernyataan Legalitas Data

#### SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Departemen Statistika FMIPA ITS:

Nama : Salisa Minchatur Rohmah

NRP : 1313100060

Menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir / ~~Thesis~~ ini merupakan data sekunder yang diambil dari ~~penilaian buku / Tugas Akhir / Thesis~~ / Publikasi lainnya yaitu:

Sumber : Situs resmi *finance.yahoo.com*

Keterangan : Data harga saham harian periode 3 Januari 2011 s.d 28 Februari 2017.

Surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila terdapat permasalahan data maka saya siap menerima sanksi sesuai yang berlaku.

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir

Surabaya, 5 Juni 2017

(Dr. Drs. Agus Suharsono, M.S)

NIP. 19580823 198403 1 003

(Salisa Minchatur R)

NRP. 1313 100 060

**Lampiran 2.** Data Harga Saham Penutupan

No	Tanggal	Bank 1	Bank2	Bank 3	Bank 4
1	1/3/2011	10350	3800	6450	6342.31
2	1/4/2011	10300	3825	6500	6489.8
3	1/5/2011	10600	3875	6600	6735.63
4	1/6/2011	10350	3750	6550	6588.13
5	1/7/2011	9800	3550	6400	6293.14
6	1/10/2011	9300	3375	5900	5899.82
7	1/11/2011	4800	3200	5700	5703.16
8	1/12/2011	5000	3375	5800	5801.49
9	1/13/2011	5100	3325	5900	5752.33
10	1/14/2011	5150	3350	6050	5654
11	1/17/2011	5050	3300	5950	5555.67
12	1/18/2011	5000	3350	5800	5506.5
13	1/19/2011	4800	3350	5750	5654
14	1/20/2011	4775	3225	5700	5703.16
15	1/21/2011	4700	3200	5450	5506.5
16	1/24/2011	4875	3250	5400	5408.17
17	1/25/2011	5150	3350	5600	5555.67
18	1/26/2011	5300	3500	5850	5850.66
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
1579	2/20/2017	11750	6275	15450	11275
1580	2/21/2017	11900	6275	15500	11150
1581	2/22/2017	12000	6275	15500	11300
1582	2/23/2017	11925	6325	15500	11150
1583	2/24/2017	11950	6350	15500	11100
1584	2/27/2017	11875	6175	15500	11175
1585	2/28/2017	11950	6250	15450	11300



**Lampiran 3. Data Return Saham**

No	Tanggal	Bank 1	Bank 2	Bank 3	Bank 4
1	1/3/2011	-	-	-	-
2	1/4/2011	-0.00483	0.006579	0.007752	0.023255
3	1/5/2011	0.029126	0.013072	0.015385	0.037879
4	1/6/2011	-0.02358	-0.03226	-0.00758	-0.0219
5	1/7/2011	-0.05314	-0.05333	-0.0229	-0.04478
6	1/10/2011	-0.05102	-0.0493	-0.07813	-0.0625
7	1/11/2011	-0.48387	-0.05185	-0.0339	-0.03333
8	1/12/2011	0.041667	0.054688	0.017544	0.017241
9	1/13/2011	0.02	-0.01481	0.017241	-0.00847
10	1/14/2011	0.009804	0.007519	0.025424	-0.01709
11	1/17/2011	-0.01942	-0.01493	-0.01653	-0.01739
12	1/18/2011	-0.0099	0.015152	-0.02521	-0.00885
13	1/19/2011	-0.04	0	-0.00862	0.026787
14	1/20/2011	-0.00521	-0.03731	-0.0087	0.008695
15	1/21/2011	-0.01571	-0.00775	-0.04386	-0.03448
16	1/24/2011	0.037234	0.015625	-0.00917	-0.01786
17	1/25/2011	0.05641	0.030769	0.037037	0.027274
18	1/26/2011	0.029126	0.044776	0.044643	0.053097
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
1579	2/20/2017	0.004274	-0.00397	-0.00162	0.018059
1580	2/21/2017	0.012766	0	0.003236	-0.01109
1581	2/22/2017	0.008403	0	0	0.013453
1582	2/23/2017	-0.00625	0.007968	0	-0.01327
1583	2/24/2017	0.002096	0.003953	0	-0.00448
1584	2/27/2017	-0.00628	-0.02756	0	0.006757
1585	2/28/2017	0.006316	0.012146	-0.00323	0.011186

**Lampiran 4. Statistika Deskriptif****Descriptive Statistics: Bank 1, Bank 2, Bank 3, Bank4**

Variable	Mean	Variance	Minimum	Maximum
Bank 1	9068.2	4947817.4	4550.0	13275.0
Bank 2	4709.4	822278.7	3175.0	7275.0
Bank 3	10895	7404731	5400	16050
Bank 4	8944.4	2708598.4	5300.0	12475.0

**Descriptive Statistics: return Bank 1, return Bank 2, return Bank 3, return Bank 4**

Variable	Mean	Variance	Minimum
return Bank 1	0.000424	0.000591	-0.483871
return Bank 2	0.000517	0.000405	-0.148387
return Bank 3	0.000680	0.000257	-0.083871
return Bank 4	0.000579	0.000430	-0.145161

Variable	Maximum
return Bank 1	0.118056
return Bank 2	0.123288
return Bank 3	0.091787
return Bank 4	0.136691

**Lampiran 5A.** Syntax Estimasi Parameter GEV Saham Bank 1

```
Bank1=read.csv("E://Bank1.csv",sep=";",header=TRUE)
return.Bank1=Bank1[,1]
library(fExtremes)
gev.fit=gevFit(return.Bank1, block=5, type="mle")
par(mfcol=c(2, 2))
summary(gev.fit)
```

**Lampiran 5B.** Hasil Estimasi Parameter GEV Bank 1

Title:

GEV Parameter Estimation

Call:

gevFit(x = return.Bank1, block = 5, type = "mle")

Estimation Type:

gev mle

Estimated Parameters:

xi	mu	beta
0.18180418	0.01416648	0.01197909

Standard Deviations:

xi	mu	beta
0.0517509629	0.0007802238	0.0005934677

Log-Likelihood Value:

-869.2529

Type of Convergence:

0

**Lampiran 6A.** Syntax Estimasi Parameter GEV Saham Bank 2

```
Bank2=read.csv("E://Bank2.csv",sep=";",header=TRUE)
return.Bank2=Bank2[,1]
library(fExtremes)
gev.fit=gevFit(return.Bank2, block=5, type="mle")
par(mfcol=c(2, 2))
summary(gev.fit)
```

**Lampiran 6B.** Hasil Estimasi Parameter GEV Bank 2

Title:  
GEV Parameter Estimation

Call:  
gevFit(x = return.Bank2, block = 5, type = "mle")

Estimation Type:  
gev mle

Estimated Parameters:  
xi mu beta  
0.11093599 0.01459267 0.01181843

Standard Deviations:  
xi mu beta  
0.0431835253 0.0007495321 0.0005443728

Log-Likelihood Value:  
-886.4661

Type of Convergence:  
0

**Lampiran 7A.** Syntax Estimasi Parameter GEV Saham Bank 3

```
Bank3=read.csv("E://Bank3.csv",sep=";",header=TRUE)
return.Bank3=Bank3[,1]
library(fExtremes)
gev.fit=gevFit(return.Bank3, block=5, type="mle")
par(mfcol=c(2, 2))
summary(gev.fit)
```

**Lampiran 7B.** Hasil Estimasi Parameter GEV Bank 3

```
Title:
GEV Parameter Estimation

Call:
gevFit(x = return.Bank3, block = 5, type = "mle")

Estimation Type:
gev mle

Estimated Parameters:
      xi      mu      beta
-0.02172488 0.01168090 0.01117942

Standard Deviations:
      xi      mu      beta
0.0261910783 0.0006772518 0.0004430686

Log-Likelihood Value:
-931.2573

Type of Convergence:
0
```

**Lampiran 8A.** Syntax Estimasi Parameter GEV Saham Bank 4

```
Bank4=read.csv("E://Bank4.csv",sep=";",header=TRUE)
return. Bank4= Bank4[,1]
library(fExtremes)
gev.fit=gevFit(return. Bank4, block=5, type="mle")
par(mfcol=c(2, 2))
summary(gev.fit)
```

**Lampiran 8B.** Hasil Estimasi Parameter GEV Bank 4

Title:  
GEV Parameter Estimation

Call:  
gevFit(x = return.Bank4, block = 5, type = "mle")

Estimation Type:  
gev mle

Estimated Parameters:  
xi mu beta  
0.11483679 0.01504987 0.01217626

Standard Deviations:  
xi mu beta  
0.0436538070 0.0007736101 0.0005649221

Log-Likelihood Value:  
-876.3868

Type of Convergence:  
0

**Lampiran 9.** Syntax Estimasi VaR GEV Saham Bank 1

```

Bank1=read.csv("E:// Bank1.csv",sep=";",header=TRUE)
return.Bank1= Bank1[,1]
library(fExtremes)
window=250
tau=0.05
Loss.gev=0
Prof.gev=0
T.Bank1=length(return. Bank1)
VaR.gev=rep(0,T. Bank1)
VaR.gev1=rep(0,T. Bank1)
#RISIKO
for (i in window:(T. Bank1-1))
{
  gev.fit = gevFit(return. Bank1[(i-window+1):i], block = 5, type =
"mle")
  par.fit = gev.fit@fit$par.ests
  xi.fit = gev.fit@fit$par.ests[1]
  mu.fit = gev.fit@fit$par.ests[2]
  beta.fit = gev.fit@fit$par.ests[3]
  gev.risk = qgev((1-tau),xi=xi.fit,mu=mu.fit,beta=beta.fit)
  VaR.gev[i+1] = -gev.risk[1]
  if(VaR.gev[i+1] > return. Bank1[i+1])
  Loss.gev=Loss.gev+1
}
ES.gev=Loss.gev/(T.Bank1-window)
return.out = matrix(return.Bank1[(window+1):T.Bank1],ncol=1)
VaR.gev.out = matrix(VaR.gev[(window+1):T.Bank1],ncol=1)
write.csv(VaR.gev.out,"E://VaR.GEV.Bank15%.csv")
plot(return.out, col="black",ylab="Return",xlab="Time",ylim=c(-
0.2,0.2))
t.gev = matrix(1:nrow(return.out))
dat.gev = matrix(c(t.gev,return.out),ncol=2)

```

**Lampiran 9.** Syntax Estimasi VaR GEV Saham Bank 1 (Lanjutan)

```

dat.VaR.gev = matrix(c(t.gev, VaR.gev.out),ncol=2)
lines(VaR.gev.out,col="red",lwd=2)
exceed.gev =
matrix(dat.gev[dat.VaR.gev[,2]>dat.gev[,2]],ncol=2)
points(exceed.gev,col="red",cex=2, lwd=2)
#PROFIT
for (i in window:(T.Bank1-1))
{
gev.fit1 = gevFit(return.Bank1[(i-window+1):i], block = 5, type =
"mle")
par.fit1 = gev.fit1@fit$par.ests
xi.fit1 = gev.fit1@fit$par.ests[1]
mu.fit1 = gev.fit1@fit$par.ests[2]
beta.fit1 = gev.fit1@fit$par.ests[3]
gev.risk1 = qgev((1-tau),xi=xi.fit1,mu=mu.fit1,beta=beta.fit1)
VaR.gev1[i+1] = gev.risk1[1]
if(VaR.gev1[i+1] < return.Bank1[i+1])
Prof.gev=Prof.gev+1
}
ES.gev1=Prof.gev/(T.Bank1-window)
return.out1 = matrix(return.Bank1[(window+1):T.Bank1],ncol=1)
VaR.gev.out1 = matrix(VaR.gev1[(window+1):T.Bank1],ncol=1)
write.csv(VaR.gev.out1,"E://PROFIT.VaR.GEV.Bank15%.csv")
t.gev1 = matrix(1:nrow(return.out))
dat.gev1 = matrix(c(t.gev1,return.out),ncol=2)
dat.VaR.gev1 = matrix(c(t.gev1, VaR.gev.out1),ncol=2)
lines(VaR.gev.out1,col="purple",lwd=2)
exceed.gev1 =
matrix(dat.gev1[dat.VaR.gev1[,2]<dat.gev1[,2]],ncol=2)
points(exceed.gev1,col="purple",cex=2, lwd=2)

```



**Lampiran 10.** Syntax Estimasi VaR GEV Saham Bank 2

```

Bank2=read.csv("E://Bank2.csv",sep=";",header=TRUE)
return.Bank2=Bank2[,1]
library(fExtremes)
window=250
tau=0.05
Loss.gev=0
Prof.gev=0
T.Bank2=length(return.Bank2)
VaR.gev=rep(0,T.Bank2)
VaR.gev1=rep(0,T.Bank2)
#RISIKO
for (i in window:(T.Bank2-1))
{
  gev.fit = gevFit(return.Bank2[(i-window+1):i], block = 5, type =
"mle")
  par.fit = gev.fit@fit$par.ests
  xi.fit = gev.fit@fit$par.ests[1]
  mu.fit = gev.fit@fit$par.ests[2]
  beta.fit = gev.fit@fit$par.ests[3]
  gev.risk = qgev((1-tau),xi=xi.fit,mu=mu.fit,beta=beta.fit)
  VaR.gev[i+1] = -gev.risk[1]
  if(VaR.gev[i+1] > return.Bank2[i+1])
  Loss.gev=Loss.gev+1
}
ES.gev=Loss.gev/(T.Bank2-window)
return.out = matrix(return.Bank2[(window+1):T.Bank2],ncol=1)
VaR.gev.out = matrix(VaR.gev[(window+1):T.Bank2],ncol=1)
write.csv(VaR.gev.out,"E://VaR.GEV.Bank25%.csv")
plot(return.out, col="black",ylab="Return",xlab="Time",ylim=c(-
0.2,0.2))
t.gev = matrix(1:nrow(return.out))
dat.gev = matrix(c(t.gev,return.out),ncol=2)

```

**Lampiran 10.** Syntax Estimasi VaR GEV Saham Bank 2 (Lanjutan)

```

dat.VaR.gev = matrix(c(t.gev, VaR.gev.out),ncol=2)
lines(VaR.gev.out,col="red",lwd=2)
exceed.gev =
matrix(dat.gev[dat.VaR.gev[,2]>dat.gev[,2]],ncol=2)
points(exceed.gev,col="red",cex=2, lwd=2)
#PROFIT
for (i in window:(T.Bank2-1))
{
gev.fit1 = gevFit(return.Bank2[(i-window+1):i], block = 5, type =
"mle")
par.fit1 = gev.fit1@fit$par.ests
xi.fit1 = gev.fit1@fit$par.ests[1]
mu.fit1 = gev.fit1@fit$par.ests[2]
beta.fit1 = gev.fit1@fit$par.ests[3]
gev.risk1 = qgev((1-tau),xi=xi.fit1,mu=mu.fit1,beta=beta.fit1)
VaR.gev1[i+1] = gev.risk1[1]
if(VaR.gev1[i+1] < return.Bank2[i+1])
Prof.gev=Prof.gev+1
}
ES.gev1=Prof.gev/(T.Bank2-window)
return.out1 = matrix(return.Bank2[(window+1):T.Bank2],ncol=1)
VaR.gev.out1 = matrix(VaR.gev1[(window+1):T.Bank2],ncol=1)
write.csv(VaR.gev.out1,"E://PROFIT.VaR.GEV.Bank25%.csv")
t.gev1 = matrix(1:nrow(return.out))
dat.gev1 = matrix(c(t.gev1,return.out),ncol=2)
dat.VaR.gev1 = matrix(c(t.gev1, VaR.gev.out1),ncol=2)
lines(VaR.gev.out1,col="purple",lwd=2)
exceed.gev1 =
matrix(dat.gev1[dat.VaR.gev1[,2]<dat.gev1[,2]],ncol=2)
points(exceed.gev1,col="purple",cex=2, lwd=2)

```

**Lampiran 11.** Syntax Estimasi VaR GEV Saham Bank 3

```

Bank3=read.csv("E://Bank3.csv",sep=";",header=TRUE)
return.Bank3=Bank3[,1]
library(fExtremes)
window=250
tau=0.05
Loss.gev=0
Prof.gev=0
T.Bank3=length(return.Bank3)
VaR.gev=rep(0,T.Bank3)
VaR.gev1=rep(0,T.Bank3)
#RISIKO
for (i in window:(T.Bank3-1))
{
  gev.fit = gevFit(return.Bank3[(i-window+1):i], block = 5, type =
"mle")
  par.fit = gev.fit@fit$par.ests
  xi.fit = gev.fit@fit$par.ests[1]
  mu.fit = gev.fit@fit$par.ests[2]
  beta.fit = gev.fit@fit$par.ests[3]
  gev.risk = qgev((1-tau),xi=xi.fit,mu=mu.fit,beta=beta.fit)
  VaR.gev[i+1] = -gev.risk[1]
  if(VaR.gev[i+1] > return.Bank3[i+1])
  Loss.gev=Loss.gev+1
}
ES.gev=Loss.gev/(T.Bank3-window)
return.out = matrix(return.Bank3[(window+1):T.Bank3],ncol=1)
VaR.gev.out = matrix(VaR.gev[(window+1):T.Bank3],ncol=1)
write.csv(VaR.gev.out,"E://VaR.GEV.Bank35%.csv")
plot(return.out, col="black",ylab="Return",xlab="Time",ylim=c(-
0.2,0.2))
t.gev = matrix(1:nrow(return.out))
dat.gev = matrix(c(t.gev,return.out),ncol=2)

```

**Lampiran 11.** Syntax Estimasi VaR GEV Saham Bank 3 (Lanjutan)

```

dat.VaR.gev = matrix(c(t.gev, VaR.gev.out),ncol=2)
lines(VaR.gev.out,col="red",lwd=2)
exceed.gev =
matrix(dat.gev[dat.VaR.gev[,2]>dat.gev[,2]],ncol=2)
points(exceed.gev,col="red",cex=2, lwd=2)
#PROFIT
for (i in window:(T.Bank3-1))
{
gev.fit1 = gevFit(return.Bank3[(i-window+1):i], block = 5, type =
"mle")
par.fit1 = gev.fit1@fit$par.ests
xi.fit1 = gev.fit1@fit$par.ests[1]
mu.fit1 = gev.fit1@fit$par.ests[2]
beta.fit1 = gev.fit1@fit$par.ests[3]
gev.risk1 = qgev((1-tau),xi=xi.fit1,mu=mu.fit1,beta=beta.fit1)
VaR.gev1[i+1] = gev.risk1[1]
if(VaR.gev1[i+1] < return.Bank3[i+1])
Prof.gev=Prof.gev+1
}
ES.gev1=Prof.gev/(T.Bank3-window)
return.out1 = matrix(return.Bank3[(window+1):T.Bank3],ncol=1)
VaR.gev.out1 = matrix(VaR.gev1[(window+1):T.Bank3],ncol=1)
write.csv(VaR.gev.out1,"E://PROFIT.VaR.GEV.Bank35%.csv")
t.gev1 = matrix(1:nrow(return.out))
dat.gev1 = matrix(c(t.gev1,return.out),ncol=2)
dat.VaR.gev1 = matrix(c(t.gev1, VaR.gev.out1),ncol=2)
lines(VaR.gev.out1,col="purple",lwd=2)
exceed.gev1 =
matrix(dat.gev1[dat.VaR.gev1[,2]<dat.gev1[,2]],ncol=2)
points(exceed.gev1,col="purple",cex=2, lwd=2)

```

**Lampiran 12.** Syntax Estimasi VaR GEV Saham Bank 4

```

Bank4=read.csv("E://Bank4.csv",sep=";",header=TRUE)
return.Bank4= Bank4[,1]
library(fExtremes)
window=250
tau=0.05
Loss.gev=0
Prof.gev=0
T.Bank4=length(return.Bank4)
VaR.gev=rep(0,T.Bank4)
VaR.gev1=rep(0,T.Bank4)
#RISIKO
for (i in window:(T.Bank4-1))
{
  gev.fit = gevFit(return.Bank4[(i-window+1):i], block = 5, type =
"mle")
  par.fit = gev.fit@fit$par.ests
  xi.fit = gev.fit@fit$par.ests[1]
  mu.fit = gev.fit@fit$par.ests[2]
  beta.fit = gev.fit@fit$par.ests[3]
  gev.risk = qgev((1-tau),xi=xi.fit,mu=mu.fit,beta=beta.fit)
  VaR.gev[i+1] = -gev.risk[1]
  if(VaR.gev[i+1] > return.Bank4[i+1])
  Loss.gev=Loss.gev+1
}
ES.gev=Loss.gev/(T.Bank4-window)
return.out = matrix(return.Bank4[(window+1):T.Bank4],ncol=1)
VaR.gev.out = matrix(VaR.gev[(window+1):T.Bank4],ncol=1)
write.csv(VaR.gev.out,"E://VaR.GEV.Bank45%.csv")
plot(return.out, col="black",ylab="Return",xlab="Time",ylim=c(-
0.2,0.2))
t.gev = matrix(1:nrow(return.out))
dat.gev = matrix(c(t.gev,return.out),ncol=2)

```

**Lampiran 12.** Syntax Estimasi VaR GEV Saham Bank 4 (Lanjutan)

```

dat.VaR.gev = matrix(c(t.gev, VaR.gev.out),ncol=2)
lines(VaR.gev.out,col="red",lwd=2)
exceed.gev =
matrix(dat.gev[dat.VaR.gev[,2]>dat.gev[,2]],ncol=2)
points(exceed.gev,col="red",cex=2, lwd=2)
#PROFIT
for (i in window:(T.Bank4-1))
{
gev.fit1 = gevFit(return.Bank4[(i-window+1):i], block = 5, type =
"mle")
par.fit1 = gev.fit1@fit$par.ests
xi.fit1 = gev.fit1@fit$par.ests[1]
mu.fit1 = gev.fit1@fit$par.ests[2]
beta.fit1 = gev.fit1@fit$par.ests[3]
gev.risk1 = qgev((1-tau),xi=xi.fit1,mu=mu.fit1,beta=beta.fit1)
VaR.gev1[i+1] = gev.risk1[1]
if(VaR.gev1[i+1] < return.Bank4[i+1])
Prof.gev=Prof.gev+1
}
ES.gev1=Prof.gev/(T.Bank4-window)
return.out1 = matrix(return.Bank4[(window+1):T.Bank4],ncol=1)
VaR.gev.out1 = matrix(VaR.gev1[(window+1):T.Bank4],ncol=1)
write.csv(VaR.gev.out1,"E://PROFIT.VaR.GEV.Bank4I5%.csv")
t.gev1 = matrix(1:nrow(return.out))
dat.gev1 = matrix(c(t.gev1,return.out),ncol=2)
dat.VaR.gev1 = matrix(c(t.gev1, VaR.gev.out1),ncol=2)
lines(VaR.gev.out1,col="purple",lwd=2)
exceed.gev1 =
matrix(dat.gev1[dat.VaR.gev1[,2]<dat.gev1[,2]],ncol=2)
points(exceed.gev1,col="purple",cex=2, lwd=2)

```

**Lampiran 13A.** Output Estimasi VaR GEV (Risiko)

No	Bank 1	Bank 2	Bank 3	Bank 4
1	-0.06744	-0.06046	-0.04243	-0.06885
2	-0.06717	-0.05861	-0.04208	-0.06539
3	-0.06481	-0.06016	-0.04162	-0.06763
4	-0.06411	-0.06047	-0.04194	-0.06591
5	-0.06556	-0.05851	-0.04224	-0.06469
6	-0.06768	-0.06055	-0.04245	-0.06885
7	-0.06735	-0.05875	-0.04225	-0.06529
8	-0.06411	-0.05801	-0.04175	-0.06788
9	-0.06331	-0.05917	-0.042	-0.06573
10	-0.06492	-0.05712	-0.04214	-0.0646
11	-0.06717	-0.05946	-0.04236	-0.0684
12	-0.06682	-0.05748	-0.0423	-0.0652
13	-0.06416	-0.05843	-0.04182	-0.06812
14	-0.06321	-0.05967	-0.04185	-0.06586
15	-0.06561	-0.05732	-0.0417	-0.06485
16	-0.06739	-0.05989	-0.04176	-0.06596
17	-0.06552	-0.05756	-0.04172	-0.06551
18	-0.06253	-0.05776	-0.04037	-0.06768
19	-0.06149	-0.05935	-0.04056	-0.06537
20	-0.06369	-0.05659	-0.0403	-0.06429
21	-0.0656	-0.05828	-0.04044	-0.06525
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
1328	-0.03988	-0.04075	-0.03371	-0.04659
1329	-0.0406	-0.04064	-0.03488	-0.0475
1330	-0.03893	-0.04058	-0.03425	-0.04808
1331	-0.03915	-0.04028	-0.03251	-0.04826
1332	-0.03877	-0.04063	-0.03243	-0.04833
1333	-0.03859	-0.04077	-0.03285	-0.04658
1334	-0.03903	-0.04052	-0.03412	-0.0475

**Lampiran 13B.** Output Estimasi VaR GEV (Profit)

No	Bank 1	Bank 2	Bank 3	Bank 4
1	0.067438	0.060457	0.042431	0.068848
2	0.067172	0.058607	0.04208	0.06539
3	0.064809	0.06016	0.041621	0.067631
4	0.064113	0.060474	0.041937	0.065908
5	0.065555	0.058514	0.042241	0.064691
6	0.067685	0.060551	0.042454	0.068848
7	0.06735	0.05875	0.042247	0.065287
8	0.064113	0.058006	0.041751	0.067877
9	0.063311	0.059169	0.041996	0.065727
10	0.064915	0.05712	0.042141	0.064602
11	0.067165	0.059455	0.042358	0.068401
12	0.066825	0.057484	0.0423	0.065203
13	0.064156	0.058428	0.041822	0.068122
14	0.063205	0.059671	0.041854	0.065855
15	0.065612	0.057323	0.041701	0.064849
16	0.067392	0.059887	0.041758	0.065963
17	0.065515	0.057559	0.041716	0.065514
18	0.062529	0.057763	0.040374	0.067679
19	0.061487	0.059354	0.040557	0.065374
20	0.063688	0.056591	0.040295	0.064293
21	0.065598	0.058275	0.040436	0.065253
...				
...				
...				
1328	0.039883	0.040749	0.033714	0.046587
1329	0.040602	0.04064	0.03488	0.047504
1330	0.038931	0.040584	0.034253	0.048075
1331	0.039149	0.040284	0.032515	0.048258
1332	0.038774	0.040625	0.03243	0.04833
1333	0.03859	0.040774	0.032848	0.046579
1334	0.039034	0.040523	0.034123	0.047502



**Lampiran 14A.** Syntax Estimasi Parameter GPD Saham Bank 1

```
Bank1=read.csv("E://Bank1.csv",sep=";",header=TRUE)
return.Bank1=Bank1[,1]
library(fExtremes)
gpd.fit=gpdFit(return.Bank1, findThreshold(return.Bank1,
n=floor(0.2*length(as.vector(return.Bank1)))), type="mle")
par(mfcol=c(2, 2))
```

**Lampiran 14B.** Hasil Estimasi Parameter GPD Bank 1

Title:

GPD Parameter Estimation

Call:

```
gpdFit(x = return.Bank1, u = findThreshold(return.Bank1, n =
floor(0.2 * length(as.vector(return.Bank1)))), type = "mle")
```

Estimation Type:

gpd mle

Estimated Parameters:

```
xi    beta
0.11937613 0.01280998
```

Standard Deviations:

```
xi    beta
0.06632286 0.00109120
```

Log-Likelihood Value:

-1029.792

Type of Convergence:

**Lampiran 15A.** Syntax Estimasi Parameter GPD Saham Bank 2

```
Bank2=read.csv("E://Bank2.csv",sep=";",header=TRUE)
return.Bank2=Bank2[,1]
library(fExtremes)
gpd.fit=gpdFit(return.Bank2, findThreshold(return.Bank2,
n=floor(0.2*length(as.vector(return.Bank2)))), type="mle")
par(mfcol=c(2, 2))
```

**Lampiran 15B.** Hasil Estimasi Parameter GPD Bank 2

Title:

GPD Parameter Estimation

Call:

```
gpdFit(x = return.Bank2, u = findThreshold(return.Bank2, n =
floor(0.2 *length(as.vector(return.Bank2)))), type = "mle")
```

Estimation Type:

gpd mle

Estimated Parameters:

xi	beta
0.07223581	0.01322395

Standard Deviations:

xi	beta
0.062837602	0.001095649

Log-Likelihood Value:

-1031.351

Type of Convergence:

**Lampiran 16A.** Syntax Estimasi Parameter GPD Saham Bank 3

```
Bank3=read.csv("E://Bank3.csv",sep=";",header=TRUE)
return.Bank3=Bank3[,1]
library(fExtremes)
gpd.fit=gpdFit(return.Bank3, findThreshold(return.Bank3,
n=floor(0.2*length(as.vector(return.Bank3)))), type="mle")
par(mfcol=c(2, 2))
```

**Lampiran 16B.** Hasil Estimasi Parameter GPD Bank 3

Title:

GPD Parameter Estimation

Call:

```
gpdFit(x = return.Bank3, u = findThreshold(return.Bank3, n =
floor(0.2 *length(as.vector(return.Bank3)))), type = "mle")
```

Estimation Type:

gpd mle

Estimated Parameters:

xi      beta

0.07032544 0.01004361

Standard Deviations:

xi      beta

0.0582539880 0.0007892153

Log-Likelihood Value:

-1119.185

Type of Convergence:

**Lampiran 17A.** Syntax Estimasi Parameter GPD Saham Bank 4

```
Bank4=read.csv("E://Bank4.csv",sep=";",header=TRUE)
return.Bank4= Bank4[,1]
library(fExtremes)
gpd.fit=gpdFit(return.Bank4, findThreshold(return.Bank4,
n=floor(0.2*length(as.vector(return.bank4)))), type="mle")
par(mfcol=c(2, 2))
```

**Lampiran 17B.** Hasil Estimasi Parameter GPD Bank 4

Title:

GPD Parameter Estimation

Call:

```
gpdFit(x = return.Bank4, u = findThreshold(return.Bank4,
  n = floor(0.2 * length(as.vector(return.Bank4)))), type = "mle")
```

Estimation Type:

gpd mle

Estimated Parameters:

```
xi    beta
0.06127387 0.01381840
```

Standard Deviations:

```
xi    beta
0.059107376 0.001109756
```

Log-Likelihood Value:

-1017.678

Type of Convergence:

**Lampiran 18.** Syntax Estimasi VaR GPD Saham Bank 1

```

Bank1read.csv("E://Bank1.csv",sep=";",header=TRUE)
return.Bank1=Bank1[,1]
library(fExtremes)
window=250
tau=0.05
Loss.gpd=0
Prof.gpd=0
T.Bank1=length(return.Bank1)
VaR.gpd=rep(0,T.Bank1)
VaR.gpd1=rep(0,T.Bank1)
#RISIKO
for (i in window:(T.Bank1-1))
{
  gpd.fit = gpdFit(return.Bank1[(i-window+1):i],
  findThreshold(return.Bank1,n=floor(0.2*length(as.vector(return.
  Bank1))))), type = "mle")
  par.fit = gpd.fit@fit$par.ests
  xi.fit = gpd.fit@fit$par.ests[1]
  beta.fit = gpd.fit@fit$par.ests[2]
  gpd.risk = qgpd((1-tau),xi=xi.fit,beta=beta.fit)
  VaR.gpd[i+1] = -gpd.risk[1]
  if(VaR.gpd[i+1] > return.Bank1[i+1])
  Loss.gpd=Loss.gpd+1
}
ES.gpd=Loss.gpd/(T.Bank1-window)
return.out = matrix(return.Bank1[(window+1):T.Bank1],ncol=1)
VaR.gpd.out = matrix(VaR.gpd[(window+1):T.Bank1],ncol=1)
write.csv(VaR.gpd.out,"E://VaR.GPD.Bank15%.csv")
plot(return.out, col="black",ylab="Return",xlab="Time",ylim=c(-
0.2,0.2))
t.gpd = matrix(1:nrow(return.out))
dat.gpd = matrix(c(t.gpd,return.out),ncol=2)

```

**Lampiran 18.** Syntax Estimasi VaR GPD Saham Bank 1 (Lanjutan)

```

dat.VaR.gpd = matrix(c(t.gpd, VaR.gpd.out),ncol=2)
lines(VaR.gpd.out,col="red",lwd=2)
exceed.gpd =
matrix(dat.gpd[dat.VaR.gpd[,2]>dat.gpd[,2]],ncol=2)
points(exceed.gpd,col="red",cex=2, lwd=2)
#PROFIT
for (i in window:(T.Bank1-1))
{
gpd.fit1 = gpdFit(return.Bank1[(i-window+1):i],
findThreshold(return.Bank1,n=floor(0.2*length(as.vector(return.
Bank1))))), type = "mle")
par.fit1 = gpd.fit1@fit$par.ests
xi.fit1 = gpd.fit1@fit$par.ests[1]
beta.fit1 = gpd.fit1@fit$par.ests[2]
gpd.risk1 = qgpd((1-tau),xi=xi.fit1,beta=beta.fit1)
VaR.gpd1[i+1] = gpd.risk1[1]
if(VaR.gpd1[i+1] < return.Bank1[i+1])
Prof.gpd=Prof.gpd+1
}
ES.gpd1=Prof.gpd/(T.Bank1-window)
return.out1 = matrix(return.Bank1[(window+1):T.Bank1],ncol=1)
VaR.gpd.out1 = matrix(VaR.gpd1[(window+1):T.Bank1],ncol=1)
write.csv(VaR.gpd.out1,"E://PROFIT.VaR.GPD.Bank15%.csv")
t.gpd1 = matrix(1:nrow(return.out))
dat.gpd1 = matrix(c(t.gpd1,return.out),ncol=2)
dat.VaR.gpd1 = matrix(c(t.gpd1, VaR.gpd.out1),ncol=2)
lines(VaR.gpd.out1,col="purple",lwd=2)
exceed.gpd1 =
matrix(dat.gpd1[dat.VaR.gpd1[,2]<dat.gpd1[,2]],ncol=2)
points(exceed.gpd1,col="purple",cex=2, lwd=2)

```

**Lampiran 19.** Syntax Estimasi VaR GPD Saham Bank 2

```

Bank2=read.csv("E://Bank2.csv",sep=";",header=TRUE)
return.Bank2=Bank2[,1]
library(fExtremes)
window=250
tau=0.05
Loss.gpd=0
Prof.gpd=0
T.Bank2=length(return.Bank2)
VaR.gpd=rep(0,T.Bank2)
VaR.gpd1=rep(0,T.Bank2)
#RISIKO
for (i in window:(T.Bank2-1))
{
  gpd.fit = gpdFit(return.Bank2[(i-window+1):i],
  findThreshold(return.Bank2,n=floor(0.2*length(as.vector(return.
  Bank2))))), type = "mle")
  par.fit = gpd.fit@fit$par.ests
  xi.fit = gpd.fit@fit$par.ests[1]
  beta.fit = gpd.fit@fit$par.ests[2]
  gpd.risk = qgpd((1-tau),xi=xi.fit,beta=beta.fit)
  VaR.gpd[i+1] = -gpd.risk[1]
  if(VaR.gpd[i+1] > return.Bank2[i+1])
  Loss.gpd=Loss.gpd+1
}
ES.gpd=Loss.gpd/(T.Bank2-window)
return.out = matrix(return.Bank2[(window+1):T.Bank2],ncol=1)
VaR.gpd.out = matrix(VaR.gpd[(window+1):T.Bank2],ncol=1)
write.csv(VaR.gpd.out,"E://VaR.GPD.Bank25%.csv")
plot(return.out, col="black",ylab="Return",xlab="Time",ylim=c(-
0.2,0.2))
t.gpd = matrix(1:nrow(return.out))
dat.gpd = matrix(c(t.gpd,return.out),ncol=2)

```

**Lampiran 19.** Syntax Estimasi VaR GPD Saham Bank 2 (Lanjutan)

```

dat.VaR.gpd = matrix(c(t.gpd, VaR.gpd.out),ncol=2)
lines(VaR.gpd.out,col="red",lwd=2)
exceed.gpd =
matrix(dat.gpd[dat.VaR.gpd[,2]>dat.gpd[,2]],ncol=2)
points(exceed.gpd,col="red",cex=2, lwd=2)
#PROFIT
for (i in window:(T.Bank2-1))
{
gpd.fit1 = gpdFit(return.Bank2[(i-window+1):i],
findThreshold(return.Bank2,n=floor(0.2*length(as.vector(return.
Bank2))))), type = "mle")
par.fit1 = gpd.fit1 @ fit$par.ests
xi.fit1 = gpd.fit1 @ fit$par.ests[1]
beta.fit1 = gpd.fit1 @ fit$par.ests[2]
gpd.risk1 = qgpd((1-tau),xi=xi.fit1,beta=beta.fit1)
VaR.gpd1[i+1] = gpd.risk1[1]
if(VaR.gpd1[i+1] < return.Bank2[i+1])
Prof.gpd=Prof.gpd+1
}
ES.gpd1=Prof.gpd/(T.Bank2-window)
return.out1 = matrix(return.Bank2[(window+1):T.Bank2],ncol=1)
VaR.gpd.out1 = matrix(VaR.gpd1[(window+1):T.Bank2],ncol=1)
write.csv(VaR.gpd.out1,"E://PROFIT.VaR.GPD.Bank25%.csv")
t.gpd1 = matrix(1:nrow(return.out))
dat.gpd1 = matrix(c(t.gpd1,return.out),ncol=2)
dat.VaR.gpd1 = matrix(c(t.gpd1, VaR.gpd.out1),ncol=2)
lines(VaR.gpd.out1,col="purple",lwd=2)
exceed.gpd1 =
matrix(dat.gpd1[dat.VaR.gpd1[,2]<dat.gpd1[,2]],ncol=2)
points(exceed.gpd1,col="purple",cex=2, lwd=2)

```



**Lampiran 20.** Syntax Estimasi VaR GPD Saham Bank 3

```

Bank3=read.csv("E://Bank3.csv",sep=";",header=TRUE)
return.Bank3=Bank3[,1]
library(fExtremes)
window=250
tau=0.05
Loss.gpd=0
Prof.gpd=0
T.Bank3=length(return.Bank3)
VaR.gpd=rep(0,T.Bank3)
VaR.gpd1=rep(0,T.Bank3)
#RISIKO
for (i in window:(T.Bank3-1))
{
  gpd.fit = gpdFit(return.Bank3[(i-window+1):i],
  findThreshold(return.Bank3,n=floor(0.2*length(as.vector(return.
  Bank3))))), type = "mle")
  par.fit = gpd.fit@fit$par.ests
  xi.fit = gpd.fit@fit$par.ests[1]
  beta.fit = gpd.fit@fit$par.ests[2]
  gpd.risk = qgpd((1-tau),xi=xi.fit,beta=beta.fit)
  VaR.gpd[i+1] = -gpd.risk[1]
  if(VaR.gpd[i+1] > return.Bank3[i+1])
  Loss.gpd=Loss.gpd+1
}
ES.gpd=Loss.gpd/(T.Bank3-window)
return.out = matrix(return.Bank3[(window+1):T.Bank3],ncol=1)
VaR.gpd.out = matrix(VaR.gpd[(window+1):T.Bank3],ncol=1)
write.csv(VaR.gpd.out,"E://VaR.GPD.Bank35%.csv")
plot(return.out, col="black",ylab="Return",xlab="Time",ylim=c(-
0.2,0.2))
t.gpd = matrix(1:nrow(return.out))
dat.gpd = matrix(c(t.gpd,return.out),ncol=2)

```

**Lampiran 20.** Syntax Estimasi VaR GPD Saham Bank 3 (Lanjutan)

```

dat.VaR.gpd = matrix(c(t.gpd, VaR.gpd.out),ncol=2)
lines(VaR.gpd.out,col="red",lwd=2)
exceed.gpd =
matrix(dat.gpd[dat.VaR.gpd[,2]>dat.gpd[,2]],ncol=2)
points(exceed.gpd,col="red",cex=2, lwd=2)
#PROFIT
for (i in window:(T.Bank3-1))
{
gpd.fit1 = gpdFit(return.Bank3[(i-window+1):i],
findThreshold(return.Bank3,n=floor(0.2*length(as.vector(return.
Bank3))))) , type = "mle")
par.fit1 = gpd.fit1 @ fit$par.ests
xi.fit1 = gpd.fit1 @ fit$par.ests[1]
beta.fit1 = gpd.fit1 @ fit$par.ests[2]
gpd.risk1 = qgpd((1-tau),xi=xi.fit1,beta=beta.fit1)
VaR.gpd1[i+1] = gpd.risk1[1]
if(VaR.gpd1[i+1] < return.Bank3[i+1])
Prof.gpd=Prof.gpd+1
}
ES.gpd1=Prof.gpd/(T.Bank3-window)
return.out1 = matrix(return.Bank3[(window+1):T.Bank3],ncol=1)
VaR.gpd.out1 = matrix(VaR.gpd1[(window+1):T.Bank3],ncol=1)
write.csv(VaR.gpd.out1,"E://PROFIT.VaR.GPD.Bank35%.csv")
t.gpd1 = matrix(1:nrow(return.out))
dat.gpd1 = matrix(c(t.gpd1,return.out),ncol=2)
dat.VaR.gpd1 = matrix(c(t.gpd1, VaR.gpd.out1),ncol=2)
lines(VaR.gpd.out1,col="purple",lwd=2)
exceed.gpd1 =
matrix(dat.gpd1[dat.VaR.gpd1[,2]<dat.gpd1[,2]],ncol=2)
points(exceed.gpd1,col="purple",cex=2, lwd=2)

```

**Lampiran 21.** Syntax Estimasi VaR GPD Saham Bank 4

```

Bank4=read.csv("E://Bank4.csv",sep=";",header=TRUE)
Return.Bank4=Bank4[,1]
library(fExtremes)
window=250
tau=0.05
Loss.gpd=0
Prof.gpd=0
T.Bank4=length(return.Bank4)
VaR.gpd=rep(0,T.Bank4)
VaR.gpd1=rep(0,T.Bank4)
#RISIKO
for (i in window:(T.Bank4-1))
{
  gpd.fit = gpdFit(return.Bank4[(i-window+1):i],
  findThreshold(return.Bank4,n=floor(0.2*length(as.vector(return.
  Bank4))))), type = "mle")
  par.fit = gpd.fit@fit$par.ests
  xi.fit = gpd.fit@fit$par.ests[1]
  beta.fit = gpd.fit@fit$par.ests[2]
  gpd.risk = qgpd((1-tau),xi=xi.fit,beta=beta.fit)
  VaR.gpd[i+1] = -gpd.risk[1]
  if(VaR.gpd[i+1] > return.Bank4[i+1])
  Loss.gpd=Loss.gpd+1
}
ES.gpd=Loss.gpd/(T.Bank4-window)
return.out = matrix(return.Bank4[(window+1):T.Bank4],ncol=1)
VaR.gpd.out = matrix(VaR.gpd[(window+1):T.Bank4],ncol=1)
write.csv(VaR.gpd.out,"E://VaR.GPD.Bank45%.csv")
plot(return.out, col="black",ylab="Return",xlab="Time",ylim=c(-
0.2,0.2))
t.gpd = matrix(1:nrow(return.out))
dat.gpd = matrix(c(t.gpd,return.out),ncol=2)

```

**Lampiran 21.** Syntax Estimasi VaR GPD Saham Bank 4 (Lanjutan)

```

dat.VaR.gpd = matrix(c(t.gpd, VaR.gpd.out),ncol=2)
lines(VaR.gpd.out,col="red",lwd=2)
exceed.gpd =
matrix(dat.gpd[dat.VaR.gpd[,2]>dat.gpd[,2]],ncol=2)
points(exceed.gpd,col="red",cex=2, lwd=2)
#PROFIT
for (i in window:(T.Bank4-1))
{
gpd.fit1 = gpdFit(return.Bank4[(i-window+1):i],
findThreshold(return.Bank4,n=floor(0.2*length(as.vector(return.
Bank4))))), type = "mle")
par.fit1 = gpd.fit1 @ fit$par.ests
xi.fit1 = gpd.fit1 @ fit$par.ests[1]
beta.fit1 = gpd.fit1 @ fit$par.ests[2]
gpd.risk1 = qgpd((1-tau),xi=xi.fit1,beta=beta.fit1)
VaR.gpd1[i+1] = gpd.risk1[1]
if(VaR.gpd1[i+1] < return.Bank4[i+1])
Prof.gpd=Prof.gpd+1
}
ES.gpd1=Prof.gpd/(T.Bank4-window)
return.out1 = matrix(return.Bank4[(window+1):T.Bank4],ncol=1)
VaR.gpd.out1 = matrix(VaR.gpd1[(window+1):T.Bank4],ncol=1)
write.csv(VaR.gpd.out1,"E://PROFIT.VaR.GPD.Bank45%.csv")
t.gpd1 = matrix(1:nrow(return.out))
dat.gpd1 = matrix(c(t.gpd1,return.out),ncol=2)
dat.VaR.gpd1 = matrix(c(t.gpd1, VaR.gpd.out1),ncol=2)
lines(VaR.gpd.out1,col="purple",lwd=2)
exceed.gpd1 =
matrix(dat.gpd1[dat.VaR.gpd1[,2]<dat.gpd1[,2]],ncol=2)
points(exceed.gpd1,col="purple",cex=2, lwd=2)

```

**Lampiran 22A. Output Estimasi VaR GPD (Risiko)**

No	Bank 1	Bank 2	Bank 3	Bank 4
1	-0.04825	-0.04374	-0.0269	-0.04733
2	-0.04861	-0.04374	-0.0268	-0.04756
3	-0.0495	-0.04374	-0.02693	-0.04744
4	-0.0495	-0.04374	-0.02693	-0.04744
5	-0.0495	-0.04374	-0.02693	-0.04744
6	-0.0495	-0.04374	-0.02693	-0.04744
7	-0.0495	-0.04374	-0.02693	-0.04744
8	-0.04904	-0.04282	-0.02705	-0.04746
9	-0.04956	-0.04282	-0.02716	-0.04723
10	-0.04956	-0.04282	-0.02716	-0.047
11	-0.04956	-0.04282	-0.02716	-0.047
12	-0.04956	-0.04316	-0.02716	-0.047
13	-0.04956	-0.04316	-0.02702	-0.04723
14	-0.04956	-0.04316	-0.02702	-0.04723
15	-0.04956	-0.04316	-0.02689	-0.04723
16	-0.05015	-0.04351	-0.02689	-0.04723
17	-0.04881	-0.04361	-0.02645	-0.04749
18	-0.04988	-0.04319	-0.02543	-0.04708
19	-0.04882	-0.04319	-0.02543	-0.04708
20	-0.04882	-0.04319	-0.0253	-0.04708
21	-0.04882	-0.04319	-0.0253	-0.04708
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
1328	-0.02686	-0.02744	-0.02561	-0.03535
1329	-0.02686	-0.02744	-0.02561	-0.03494
1330	-0.02602	-0.02744	-0.026	-0.03537
1331	-0.02628	-0.02744	-0.026	-0.03537
1332	-0.02628	-0.02744	-0.026	-0.03537
1333	-0.0264	-0.02744	-0.026	-0.03576
1334	-0.02672	-0.02738	-0.026	-0.03576

**Lampiran 22B.** Output Estimasi VaR GPD (Profit)

No	Bank 1	Bank 2	Bank 3	Bank 4
1	0.048247	0.043745	0.026904	0.047325
2	0.048614	0.043745	0.026803	0.04756
3	0.049496	0.043745	0.026931	0.047445
4	0.049496	0.043745	0.026931	0.047445
5	0.049496	0.043745	0.026931	0.047445
6	0.049496	0.043745	0.026931	0.047445
7	0.049496	0.043745	0.026931	0.047445
8	0.049045	0.042816	0.027046	0.047456
9	0.049561	0.042816	0.027163	0.04723
10	0.049561	0.042816	0.027162	0.046998
11	0.049561	0.042816	0.027162	0.046998
12	0.049561	0.043157	0.027162	0.046998
13	0.049561	0.043157	0.027024	0.047231
14	0.049561	0.043157	0.027024	0.047231
15	0.049561	0.043157	0.026894	0.047231
16	0.050154	0.043513	0.026894	0.047231
17	0.048815	0.043607	0.026452	0.047492
18	0.049876	0.043186	0.025434	0.047081
19	0.048818	0.043186	0.025434	0.047081
20	0.048818	0.043186	0.025305	0.047081
21	0.048818	0.043186	0.025305	0.047081
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
1328	0.026863	0.02744	0.02561	0.035349
1329	0.026863	0.02744	0.02561	0.034939
1330	0.026024	0.02744	0.026002	0.035373
1331	0.026281	0.02744	0.026002	0.035373
1332	0.026281	0.02744	0.026002	0.035373
1333	0.026404	0.02744	0.026002	0.035762
1334	0.026719	0.027381	0.026002	0.035762



## BIODATA PENULIS



Penulis yang memiliki nama lengkap Salisa Minchaturohmah lahir di kota Tuban pada tanggal 27 Juni dari pasangan Bapak Rohmat Hidayat dan Ibu Siti Chanifah. Dalam kesehariannya, penulis akrab dipanggil Salisa telah menempuh pendidikan formal mulai dari TK Muslimat NU 49, SDN Rengel 1, SMPN 1 Rengel, dan SMAN 1 Bojonegoro. Setelah lulus SMA, penulis melanjutkan pendidikan di Jurusan Statistika ITS melalui jalur masuk SNMPTN Undangan tahun 2013. Selama masa perkuliahan, penulis tidak hanya mengikuti kegiatan akademis semata namun juga aktif di beberapa organisasi kampus. Pada tahun kedua masa perkuliahan, penulis aktif di UKM TDC ITS sebagai staff HRD periode 2014/2015, pada tahun yang sama penulis juga aktif sebagai staff departemen sosial masyarakat BEM FMIPA periode 2014/2015. Setelah masa jabatan sebagai staff BEM FMIPA berakhir, penulis melanjutkan amanah sebagai sekretaris departemen sosial masyarakat BEM FMIPA periode 2015/2016. Keikutsertaan dalam berbagai kepanitian kegiatan mulai tingkat jurusan sampai dengan kepanitian tingkat nasional sering penulis ikuti. Pada tahun 2016, penulis melakukan kerja praktek di Perusahaan Listrik Negara (PLN) Distribusi Jawa Timur khususnya pada Divisi Perencanaan Perusahaan. Apabila pembaca ingin memberikan kritik dan saran ataupun diskusi terkait dengan Tugas Akhir ini, dapat menghubungi penulis melalui via email dengan alamat : [salisa.mr27@gmail.com](mailto:salisa.mr27@gmail.com).



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*